

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

**ZAVRŠNI RAD**

**Mario Rukavina**

Zagreb, 2018. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Dr. sc. Hrvoje Cajner, doc.

Student:

Mario Rukavina

Zagreb, 2018. godina.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svom mentoru Dr. sc. Hrvoju Cajneru, dipl. ing. koji mi je svojim savjetima pomogao tijekom izrade završnog rada te je uvijek imao strpljenja i vremena za moje upite.

Mario Rukavina



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo  
materijala i mehatronika i robotika

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu               |        |
| Fakultet strojarstva i brodogradnje |        |
| Datum                               | Prilog |
| Klasa:                              |        |
| Ur. broj:                           |        |

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Mario Rukavina** Mat. br.: 0035192847  
Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Povećanje učinkovitosti procesa**  
Naslov rada na engleskom jeziku: **Increasing of process efficiency**

### Opis zadatka:

U svrhu postizanja veće učinkovitosti potrebno je prvenstveno dubinski snimiti promatrani proces. Korištenjem metoda mapiranja, uzorkovanja te konačno analize komponenti procesa moguće je identificirati potencijalne uzročnike smanjenja učinkovitosti. U radu bit će prikazan tijek i realizacija projekta povećanja učinkovitosti na primjeru poduzeća koje se bavi poslovima usluge održavanja komponenti vozila. U radu je potrebno:

1. Izraditi mapu toka vrijednosti za odabrani proces.
2. Snimiti postojeće stanje kako na radnim mjestima tako i u skladišnom prostoru.
3. Kvantitativno izračunati sve relevantne pokazatelje.
4. Dati prijedlog modifikacije opreme, prostora i reorganizacije rada.

Zadatak zadan:  
30. studenog 2017.

Rok predaje rada:  
1. rok: 23. veljače 2018.  
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2018.  
3. rok: 21. rujna 2018.

Predviđeni datumi obrane:  
1. rok: 26.2. - 2.3. 2018.  
2. rok (izvanredni): 2.7. 2018.  
3. rok: 24.9. - 28.9. 2018.

Zadatak zadao:  
Dr. sc. Hrvoje Cajner, doc.

Predsjednik Povjerenstva:

  
Izv. prof. dr. sc. Branko Bauer

## SADRŽAJ

|  |                      |
|--|----------------------|
| SADRŽAJ .....  | I                    |
| POPIS SLIKA .....  | III                  |
| POPIS TABLICA.....   | IV                   |
| POPIS PRILOGA.....   | V                    |
| POPIS OZNAKA .....   | <a href="#">VII</a>  |
| SAŽETAK.....   | <a href="#">VIII</a> |
| SUMMARY .....  | <a href="#">VII</a>  |
| 1. UVOD.....   | 1                    |
| 1.1. SWOT analiza .....  | 1                    |
| 1.2. Djelatnost .....  | 2                    |
| 1.2.1. 3D kompjutersko podešavanje geometrije kotača .....                             | 2                    |
| 1.2.2. Uvoz guma .....   | 3                    |
| 1.2.3. Skladištenje guma (hotel za gume) .....   | 3                    |
| 2. ANALIZA PODUZEĆA .....  | 4                    |
| 2.1. SWOT analiza .....  | 4                    |
| 2.1.1. Snaga poduzeća „Vulkanizer Bračun“ .....  | 4                    |
| 2.1.2. Slabosti poduzeća „Vulkanizer Bračun“ .....                                     | 5                    |
| 2.1.3. Prilike poduzeća „Vulkanizer Bračun“ .....                                      | 5                    |
| 2.1.4. Prijetnje poduzeća „Vulkanizer Bračun“ .....                                    | 5                    |
| 2.2. Five Forces Model-5 Porterovih sila.....  | 5                    |
| 2.2.1. Prijetnja poduzeću „Vulkanizer Bračun“ od utvrđenih rivala .....                | 6                    |
| 2.2.2. Prijetnja poduzeću „Vulkanizer Bračun“ od novih poduzeća na tržištu .....       | 6                    |
| 2.2.3. Prijetnja poduzeću „Vulkanizer Bračun“ od zamjenskih proizvoda ili usluga ..... | 6                    |
| 2.2.4. Pregovaračka snaga dobavljača .....   | 7                    |
| 2.2.5. Pregovaračka snaga kupca .....  | 7                    |
| 2.3. Analiza uslužnog procesa.....   | 7                    |
| 3. ALAT I OPREMA.....  | 9                    |
| 3.1. Pomoćni alat.....   | 9                    |
| 3.2. Uređaj za montažu i demontažu gume s naplatka – model Hunter TCX 25.....          | 9                    |
| 3.3. Uređaj za balansiranje kotača - Hunter GSP 9700.....                              | 10                   |
| 4. MAPA TOKA VRIJEDNOSTI .....   | 12                   |
| 4.1. Mapa toka vrijednosti prikaz trenutnog stanja procesa.....                        | 12                   |
| 4.2. Mjerenje trenutačnog stanja u procesu.....  | 13                   |
| 4.2.1. Analiza dobivenih rezultata .....   | 13                   |
| 4.2.2. Trenutna vremenska iskoristivost opreme .....                                   | 14                   |
| 4.2.3. Trenutna efikasnost procesa.....  | 15                   |
| 4.3. Povećanje efikasnosti procesa.....  | 17                   |
| 4.3.1. Efikasnost procesa nakon reorganizacije .....                                   | 19                   |
| 4.3.2. Iskoristivost strojeva nakon povećanja efikasnosti procesa.....                 | 19                   |
| 4.4. Povećanje efikasnosti procesa zapošljavanjem dodatnog osoblja .....               | 20                   |

|  |    |
|--|----|
| 5. RADNI PROSTOR.....  | 23 |
| 5.1. Postojeća organizacija radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“ .....   | 23 |
| 5.2. Prijedlog reorganizacije radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“ ..... | 24 |
| 6. SKLADIŠTE ZA GUME .....   | 26 |
| 6.1. Proces skladištenja“ .....  | 27 |
| 6.2. Izračun kapaciteta skladišnog prostora .....                                | 29 |
| 6.2.1. Trenutno stanje skladišnog prostora .....                                 | 29 |
| 6.2.2. Skladišni prostor nakon predloženih modifikacija.....                     | 31 |
| 7. ZAKLJUČAK.....  | 33 |
| LITERATURA.....  | 34 |
| PRILOZI.....   | 35 |

## POPIS SLIKA

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Slika 1.  | Lokacija i pogled na „Vulkanizer Bračun“ .....   | 2  |
| Slika 2.  | Five Forces Model-5 Porterovih sila [4] .....  | 6  |
| Slika 3.  | Hidraulička pokretna auto dizalica, pneumatski pištolj, momentni ključ .....                                   | 9  |
| Slika 4.  | Stroj za montažu i demontažu gume s naplatka “Hunter TCX525“ .....   | 10 |
| Slika 5.  | Stroj za ujednačavanje raspodjele mase na kotaču “Hunter GSP9700“ .....  | 11 |
| Slika 6.  | Mapa toka vrijednosti prikaz trenutnog stanja procesa .....  | 12 |
| Slika 7   | Prikaz funkcije gustoće vjerojatnosti iz podataka rezultata mjerenja vremena<br>usluge zamjene pneumatika..... | 14 |
| Slika 8.  | Udio vremena trenutačnog stanja procesa .....  | 16 |
| Slika 9.  | Isječak mape toka vrijednosti nakon predloženih poboljšanja .....  | 17 |
| Slika 10. | Gantogram vremena početaka i trajanja paralelnih procesa .....   | 18 |
| Slika 11. | Torta dijagram nakon povećanja efikasnosti procesa.....  | 20 |
| Slika 12. | Način podizanja vozila postojećom opremom (podizanje samo jedne strane vozila<br>.....                         | 21 |
| Slika 13. | Gantogram 2 radnika .....  | 22 |
| Slika 14. | Tlocrt radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“ .....  | 23 |
| Slika 15. | Tlocrt radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun nakon reorganizacije .....                                  | 24 |
| Slika 16. | Način skladištenja guma u poduzeću „Vulkanizer Bračun“ .....   | 26 |
| Slika 17. | Uređaj za pranje guma.....   | 27 |
| Slika 18. | Oznaka pneumatika .....  | 27 |
| Slika 19. | Tlocrtni prikaz trenutačnog rasporeda nepomičnih regala u skladištu.....                                       | 30 |
| Slika 20. | Tlocrtni prikaz skladišta nakon predloženih izmjena.....   | 31 |

**POPIS TABLICA**

|  |    |
|--|----|
| Tablica 1. SWOT analiza ciljevi analize .....  | 4  |
| Tablica 2. Tehničke karakteristike stroja za montažu i demontažu gume s naplatka.....      | 10 |
| Tablica 3. Tehničke karakteristike stroja za ujednačavanja raspodjele mase na kotaču ..... | 11 |
| Tablica 4. Dimenzije najučestalijeg pneumatika na osobnim vozilima (205/55 R16).....       | 28 |
| Tablica 5. Značenje oznaka na pneumatiku .....   | 28 |
| Tablica 6. Indeks brzine .....   | 28 |
| Tablica 7. Indeks nosivosti.....   | 29 |



## POPIS PRILOGA

- [1.]        Tablica vremena mjerenja
- [2.]        Mapa toka materijala, postojeće stanje
- [3.]        Mapa toka materijala, predloženo stanje
- [4.]        Tablica prosječnih i minimalnih vremena trajanja aktivnosti

**POPIS OZNAKA**

| <b>Oznaka</b> | <b>Jedinica</b> | <b>Opis</b>              |
|---------------|-----------------|--------------------------|
| col           | inch            | oznaka promjera naplatka |

## SAŽETAK

U završnom radu analizirano je poduzeće “Vulkanizer Bračun“. U okviru rada provedena je analiza cjelokupnog poduzeća pomoću SWOT analize i analizom Five Forces Model-5 Porterovih sila. Daljnja analiza usmjerena je na najučestaliji uslužni proces u samom poduzeću, zamjenu ljetnih i zimskih pneumatika u doba najveće potražnje za samom uslugom u prijelaznim razdobljima godine. Detaljno je analiziran proces redoslijeda obavljanja aktivnosti te su izmjerena vremena pojedinih faza na uzorku od 41 vozila. Analiziran je radni prostor, raspored strojeva i njihova organizacija te način skladištenja pneumatika u zasebnom skladištu. Radni proces trenutnog stanja i predložene izmjene prikazane su pomoću mape toka vrijednosti. U radu su također predložena poboljšanja u organizaciji radnog prostora boljim rasporedom strojeva, povećanje skladišnog kapaciteta unaprjeđivanjem skladišnih regala i skraćenje vremena uslužnog procesa boljom organizacijom izvođenja aktivnosti.

Ključne riječi: proces, SWOT, pneumatik, guma, skladište, radni prostor, VSM

## **SUMMARY**

An analysis of the service company "Vulkanizer Bračun" was carried out using SWOT analysis and analysis of Five Forces Model-5 Porter forces. Further analysis is focused on the most frequent service process in the company, seasonal replacement of tires, at the time of the greatest demand for the service, in the transitional periods of the year. The order of activity within the process was analysed in detail and the time of each phase was measured on a sample of 41 vehicles. The work space, the layout of the machines and their organization and the way of storage of the tires in a separate warehouse were also analysed. The working process of the current state and the proposed changes are shown in the flow chart of the material. The final work also proposes improvements in organizing the work space for a better layout of machines, increasing storage capacity by improving warehouse regimes and shortening the service process time by better activities organization.

Key words: process, SWOT, pneumatic, tyre warehouse, workspace, VSM

## 1. UVOD

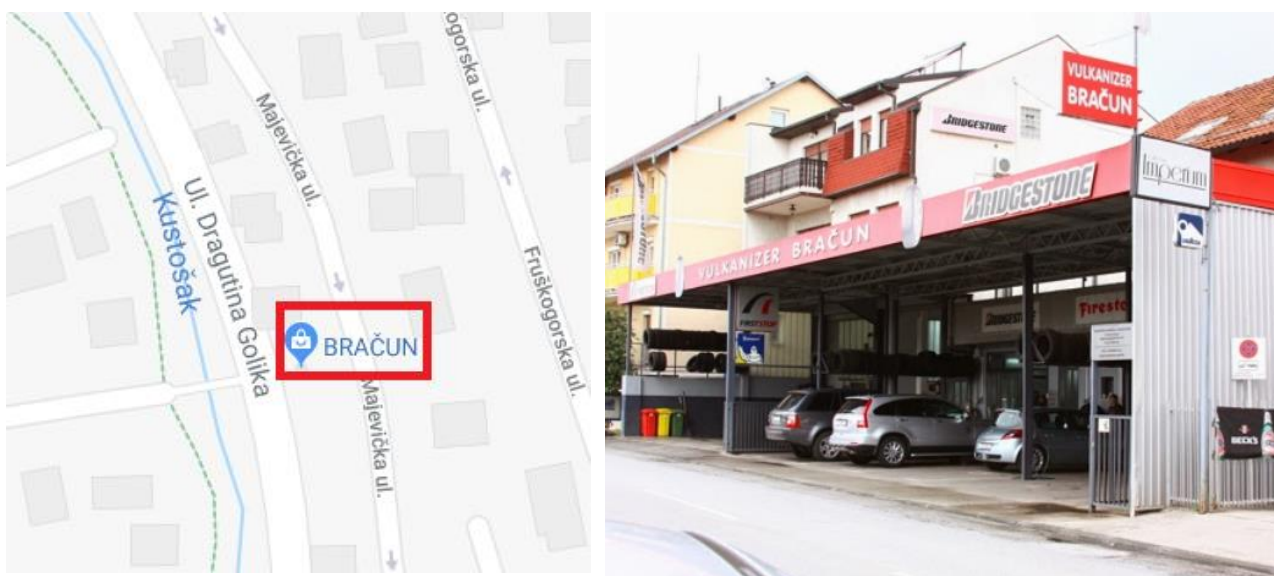
Kao završetak preddiplomskog studija na Fakultetu strojarstva i brodogradnje sveučilišta u Zagrebu napisan je završni rad na temu „Povećanje učinkovitosti procesa“. Povećanje učinkovitosti procesa provodi se s ciljem skraćivanja vremena samoga procesa, bolje iskoristivosti i konačno kao najvažniji cilj ostvarivanje većeg profita. Sami proces povećanja učinkovitosti potrebno je provesti u više faza. Na početku potrebno je provesti mjerenja kako bi se utvrdilo trenutno stanje i kako bi se nakon određenih promjena mogla provesti usporedba da li je postignuto poboljšanje. Nakon provedenih mjerenja potrebno je izraditi mapu toka procesa kojom se grafički prikazuje trenutno stanje te se jednostavnije može uočiti gdje nastaju gubitci u samome procesu. U slijedećoj fazi predlažu se promjene samog procesa za koje se očekuje da će donijeti poboljšanja i skratiti vrijeme ciklusa. Promjene se prikazuju na mapi toka procesa izmjena te je potrebno sami proces ispitati u stvarnosti te kvantitativno izmjeriti rezultate nakon izmjena u samom procesu. Ukoliko su postignuta poboljšanja usvaja se novi način izvođenja te se nastavlja težiti daljnjim poboljšanjima.

Kao temu završnog rada odabrao sam uslužni proces u Vulkanizerskoj radnji “Vulkanizer Bračun“. Unutar samoga završnog rada zadatak je bio izraditi mapu toka vrijednosti za odabrani proces, snimiti postojeće stanje na radnim mjestima i skladišnom prostoru, kvantitativno izračunati sve pokazatelje te dati prijedlog modifikacija opreme, prostora i reorganizacije rada. Unutar vulkanizerske djelatnosti odabrao sam proces izmjene zimskih i ljetnih pneumatika koji je najčešći unutar samog obrta. Mjerenja vremena trajanja samog procesa sam proveo na lokaciji poslovnice u ulici Dragutina Golika 131 u razdoblju kada je najveća potražnja za samom uslugom promjene zimskih za ljetne pneumatike zbog porasta temperatura. Analizu i predložene promjene proveo sam korištenjem znanja stečenih tijekom studija na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagrebu i uz pomoć navedene literature. U odabranom poduzeću potrebno je analizirati trenutne poslove koji se obavljaju u poduzeću te predložiti određeni način optimizacije procesa s ciljem uštede vremena koje bi u konačnici dovelo do povećanja profita navedenog poduzeća.

### 1.1. SWOT analiza

Tvrtka „Vulkanizer Bračun“ posluje od 1975. godine na adresi Dragutina Golika 131, Zagreb. U Hrvatskoj su, još daleke 1986. bili prvi vlasnici uređaja za kompjutersku geometriju kotača.

Zapošljavaju stručno visoko osposobljene (KV) kvalificirane mehaničare i vulkanizere sa dugogodišnjim iskustvom. Danas, 40 godina poslije, razvili su se u jednu od vodećih vulkanizerskih tvrtki u Hrvatskoj. Korisnici su i vlasnici prestižnih certifikata kvalitete, ISO 9001 TUV i Michelin certifikat za kvalitetu te certifikat za montažu RFT (Run Flat Tires) i BSR (Bridgestone Support Ring) guma. Tehnološki su opremljeni najmodernijom opremom za montažu svih vrsta guma, dijagnostičko- statično balansiranje guma pod opterećenjem (sa prikazom greške u oscilaciji gume ili felge, mjerenje vučnih sila), dinamičko-finish balans (balansiranje kotača na vozilu u pokretu) te 3D kompjutersku geometriju kotača sa izvješćem i snimkom o stanju vozila.



**Slika 1. Lokacija i pogled na „Vulkanizer Bračun“**

## 1.2. Djelatnost

Tijekom četrdesetogodišnjeg djelovanja uspješno su se prilagođavali zahtjevima tržišta te odgovorili potrebama korisnika usluga i kupaca što je rezultiralo njihovom prepoznatljivošću. Raspoloživim skladišnim kapacitetima te tjednom dinamikom nabave i uvoza, tvrtka jamči pouzdanu nabavu i odgovor svakom zahtjevu naručitelja.

### 1.2.1. 3D kompjutersko podešavanje geometrije kotača

Podešavanje ovjesa vrši se na najmodernijem uređaju marke “Hunter HawkEye Elite 3D“ koji omogućava mjerenje traga, nagiba, zatura, kuta potiska za obje osovine vozila te podešavanje senzora kuta volana koji je povezan sa ESP (elektronska stabilnost) sustavom vozila. Sustav

raspolaze širokom bazom tvorničkih postavki, što garantira optimalno prianjanje guma na podlogu i njihovo malo trošenje. Pored podešavanja geometrije, sustav omogućava i kalibraciju senzora kuta upravljača te njegovo usklađenje sa stvarnim tragom kotača.

### ***1.2.2. Uvoz guma***

Tvrtka „Vulkanizer Bračun“ uvozi proizvode poznatih svjetskih proizvođača guma: Continental, Michelin, Bridgestone, Goodyear, Dunlop, Pirelli, Firestone, Vredestein, Yokohama, Toyo, Hankook, Kumho, Dayton, Nexen i ostalih proizvođača.

### ***1.2.3. Skladištenje guma (hotel za gume)***

Sezonsko čuvanje guma vrši se u uvjetima idealnim za gume kao što je suha, zamračena prostorija bez UV zraka sa optimalnim odnosom vlage.

## 2. ANALIZA PODUZEĆA

Prilikom dolaska na lokaciju provedena je analiza cjelokupnog poduzeća korištenjem znanja stečenog tijekom školovanja. Analizu je provedena korištenjem SWOT analize kojom procjenjujemo unutarnje i vanjske čimbenike koji pozitivno i negativno utječu na samo poslovanje i korištenjem analize pomoću “5 Porterovih sila” gdje se utvrđuje snaga dobavljača i kupca te prijetnje od utvrđenih rivala, novih poduzeća koja ulaze na tržište i od zamjenskih proizvoda.

### 2.1. SWOT analiza

Naziv SWOT nastao je od početnih slova engleskih riječi Strengths (snaga), Weaknesses (slabosti), Opportunities (šanse), Threats (prijetnje). SWOT analiza predstavlja pogodan alat za procjenu onoga što u organizaciji treba eliminirati, djelomično zadržati ili zadržati u potpunosti, [2]. Ova metoda je jednostavna i izuzetno privlačna analitičarima poduzeća. Osnovna ideja SWOT analize jeste utvrđivanje unutarnjih snaga i slabosti, kao i vanjskih prijetnji i mogućnosti. Na taj način ostvaruje se kontinuiran napredak i razvoj, a samim tim i konkurentska prednost, [3].

**Tablica 1. SWOT analiza ciljevi analize**

|           | POZITIVNO | NEGATIVNO |
|-----------|-----------|-----------|
| UNUTARNJE | SNAGA     | SLABOSTI  |
| VANJSKO   | PRILIKE   | PRIJETNJE |

#### 2.1.1. Snaga poduzeća „Vulkanizer Bračun“

Vulkanizer Bračun je poduzeće s dugogodišnjom tradicijom koje svoje poslovanje temelji na korisnicima usluge koji se zadovoljni vraćaju iz godine u godinu. Njihova tradicija i stalni klijenti omogućavaju im sigurnost koja obećava relativno stabilan izvor prihoda iz godine u



godinu te omogućava pozitivno poslovanje. Također lokacija na kojoj se nalaze, ulica kojom svakodnevno prolazi velik broj vozila, pozitivno doprinosi odličnom poslovanju.

### **2.1.2. Slabosti poduzeća „Vulkanizer Bračun“**

Lokacija poduzeća „Vulkanizer Bračun“, smještaj objekata u kojima se odvijaju radni procesi, ima određene nedostatke. Pristup vozila do radnih mjesta na kojima se obavljaju poslovi je zbog prometne ulice na kojoj se nalazi poduzeće otežan. Zbog izrazitog opsega posla u određenim vremenskim periodima u godini (proljeće i jesen) kada se uobičajeno na vozilima vrši zamjena ljetnih odnosno zimskih pneumatika, obzirom na godišnje doba koje nadolazi, nastaju velike gužve u samom poduzeću i njegovoj bližoj okolini zbog nedostatka parkirnih mjesta na kojima bi klijenti čekali svoj dolazak na red.

### **2.1.3. Prilike poduzeća „Vulkanizer Bračun“**

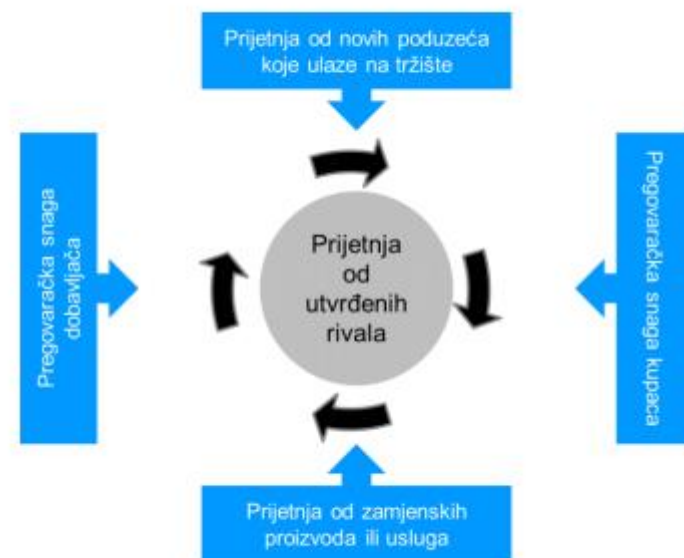
Zbog duge tradicije, poznatog imena i stabilnog poslovanja, poduzeće ima potencijal za daljnje širenje na ostale lokacije unutar grada i učvršćivanje svoje pozicije na tržištu. Konstantnom modernizacijom i usavršavanjem svoje opreme i osoblja poduzeće ima potencijal za daljnjim pozitivnim poslovanjem i povećanjem svojeg profita.

### **2.1.4. Prijetnje poduzeća „Vulkanizer Bračun“**

Pojavom drugih poduzeća stvorila se veća tržišna bitka, na kojoj svatko želi uzeti svoj dio. Neka novoosnovana poduzeća nalaze se na boljim mikrolokacijama te osiguravaju prostor za parkiranje klijentima koji čekaju na zamjenu guma ili neku drugu uslugu. Također, neke konkurentske tvrtke nude pored vulkanizerskih i druge usluge, što privlači određenu kategoriju kupaca, obzirom da današnji užurbani tempo života zahtijeva uštedu vremena i mogućnost obavljanja različitih usluga na jednom mjestu. Na taj način takve tvrtke ostvaruju određenu prednost konkurentima nad ostalim.

## **2.2. Five Forces Model-5 Porterovih sila**

Porterovih „5 sila“ (Five Forces) je alat za strategijsku analizu jedne djelatnosti. Koristi se za procjenu konkurentnosti i položaja nekog poduzeća na tržištu. Temelji se na konceptu da postoji 5 snaga koje određuju koliko je jaka konkurencija na tržištu.



Slika 2. Five Forces Model-5 Porterovih sila [4]

### 2.2.1. *Prijetnja poduzeću „Vulkanizer Bračun“ od utvrđenih rivala*

U ovome uslužnom sektoru postoje poznata poduzeća koja pružaju vulkanizersku uslugu. Mala je vjerojatnost za velikim inovacijama kojima bi donijele naglu prednost u samome pružanju usluge naspram ostalih rivala.

### 2.2.2. *Prijetnja poduzeću „Vulkanizer Bračun“ od novih poduzeća na tržištu*

Kao i u svim poslovnim djelatnostima postoji opasnost od novih poduzeća na tržištu. Također mala je vjerojatnost za velikim inovacijama koja bi donijela naglu prednost u samome pružanju usluge naspram ostalih rivala koje su usko vezane za samo vulkanizersku djelatnost. Prednost se može ostvariti istovremenom ponudom i ostalih usluga vezanih uz održavanje vozila koja bi samome klijentu donijela uštedu u vremenu obavljanjem više aktivnosti održavanja na istoj lokaciji.

### 2.2.3. *Prijetnja poduzeću „Vulkanizer Bračun“ od zamjenskih proizvoda ili usluga*

Samo poduzeće ne bavi se proizvodnjom i inovacijama. U slučaju pojave novih i bolji proizvoda jednostavno je promijeniti dobavljača

#### **2.2.4. Pregovaračka snaga dobavljača**

Na tržištu je dostupno mnogo proizvođača automobilskih pneumatika koji su potrebni kao sredstvo koje se prodaje i koristi u izvršavanju automobilske usluge, što dovodi do zaključka da je pregovaračka snaga dobavljača izrazito mala. Dobavljači svoju prednost nad drugima ostvaruju povoljnijim cijenama, mogućnostima plaćanja i kvalitetnijim proizvodima.

#### **2.2.5. Pregovaračka snaga kupca**

Većina kupaca u poduzeću su mali kupci koji posjeduju jedno vozilo. Oni mogu jednostavno promijeniti obrt koji im pruža vulkanizersku uslugu ali su trenutne cijene na tržištu među vulkanizerskim obrtima približno iste pa je njihova pregovaračka snaga gotovo nikakva.

Procjena je da je mala vjerojatnost udruživanja snaga malih potrošača kako bi povećali svoju pregovaračku snagu.

Također, poduzeća koja imaju veliku flotu vozila u svojem posjedu imaju snagu pregovarati o boljim uvjetima pružanja usluge.

### **2.3. Analiza uslužnog procesa**

Svaki od procesa djelatnosti koje se obavljaju u poduzeću moguće je podijeliti u više faza. Izradom mape toka vrijednosti za odabrane procese prikazuje se put robe prilikom obavljanja određene usluge.

Odabrana je analiza i traženje poboljšanja efikasnosti najučestalijeg procesa u poduzeću koji se sastoji od sezonske zamjene guma koja uključuje skidanje i montažu guma sa naplatka.

Proces se dijeli u 14 faza:

1. Priprema automobila prilikom dolaska-prilikom ulaska potrebno je automobil pravilno uvesti na radno mjesto kako bi djelatnik imao dovoljno radnog prostora za obavljanje radnih aktivnosti.
2. Dizanje automobila ručnom dizalicom-aktivnost kojom se podiže jedna strana automobila pomoću ručne hidraulične dizalice kako bi se omogućilo skidanje kotača.
3. Otpuštanje vijaka na kotaču i skidanje kotača-obavlja se pomoću pneumatskog pištolja koji omogućava brzo i jednostavno otpuštanje i odvijanje vijaka te omogućava skidanje kotača s vozila.

4. Ispuštanje zraka iz gume montirane na felgu-potrebno je ispustiti zrak iz samog pneumatika kako bi se moglo pristupiti sljedećoj aktivnosti demontiranja pneumatika s naplatka.
5. Skidanje gume s felge (demontiranje)-obavlja se na stroju "Hunter TCX525" te se izvodi aktivnost skidanja samog pneumatika s naplatka.
6. Stavljanje gume na felgu (montiranje)-drugi pneumatik montira se na isti naplatak koji je prethodno očišćen ukoliko je utvrđena potreba te se montaža vrši na istom uređaju kao i demontaža.
7. Pumpanje zraka u montiran pneumatik-pomoću kompresora pumpa se zrak u pneumatik do razine tlaka propisane od samog proizvođača.
8. Stavljanje montiranog kotača na stroj za balansiranje-izvodi se priprema za postupak izjednačavanja težine kotača.
9. Postupak stroja u mjerenju mase za izjednačavanje težine (balansiranje)-je aktivnost koja se izvodi kako bi se izjednačila težina samog kotača i izbjegle velike vibracije koje nastaju uslijed nebalansiranosti.
10. Zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa-utezi definirane mase postavljaju se na potrebna mjesta na samom pneumatiku kako bi se izjednačila težina kotača
11. Postavljanje kotača i zavrtnje pneumatskim pištoljem
12. Spuštanje automobila
13. Zatezanje vijaka momentnim ključem-prije izlaska samog automobila s radnog mjesta potrebno je pritegnuti vijke određenim momentom što se izvodi uz pomoć momentnog ključa
14. Izlazak automobila sa radnog mjesta

### 3. ALAT I OPREMA

Za obavljanje odabranog procesa potrebno je koristiti određeni alat i opremu. Prilikom zamjene pneumatika na vozilima potrebno je za skidanje i pritezanje vijaka koristiti pneumatski pištolj, dok se za montažu i demontažu gume s naplatka kao i balansiranje pneumatika koriste posebno konstruirani uređaji. U poduzeću „Vulkanizer Bračun“ koriste se uređaji proizvođača Hunter, za zamjenu pneumatika model TCX 525 dok se za balansiranje pneumatika koristi model GSP 9700.

#### 3.1. Pomoćni alat

Hidraulička auto dizalica koristi se za ručno podizanje automobila prilikom njegovog dolaska na radno mjesto.



**Slika 3. Hidraulička pokretna auto dizalica, pneumatski pištolj, momentni ključ**

Za brzo otpuštanje, skidanje te pritezanje vijaka na kotaču koristi se pneumatski pištolj (odvijač) dok se momentni ključ koristi se za dodatno pritezanje vijaka odgovarajućim momentom prije izlaska automobila sa radnog mjesta

#### 3.2. Uređaj za montažu i demontažu gume s naplatka – model Hunter TCX 25

Hunter TCX 525 je uređaj koji se koristi za obavljanje operacija montaže i demontaže gume s naplatka. Operacije montaže i demontaže su nužne operacije u samom procesu i vremena obavljanja tih operacija pripadaju vremenima koja nadodaju vrijednost. Uređaj je pokretan električnim motorom a za odvajanje gume od naplatka koristi se pneumatska ruka. Uređaj je konstruiran da može skidati i postavljati gume s naplatka veličine 11-24 cola što zadovoljava zahtjeve svih standardnih vozila koja se nalaze na našim prometnicama. Maksimalan promjer kotača može biti 40 cola ( $40 \text{ col} = 40 \text{ in} = 1016 \text{ mm}$ ) dok maksimalna širina kotača može

biti 330mm (340 mm=13 in). Snaga pneumatske ruke pri maksimalnom tlaku od 10 bara iznosi 30800 N. Operativni tlakovi na stroju kreću se u rasponu 8 - 10 bara. Težina uređaja je 205 kg.

**Tablica 2. Tehničke karakteristike stroja za montažu i demontažu gume s naplatka**

| <b>HUNTER TCX 525</b>              |                |            |
|------------------------------------|----------------|------------|
| Maksimalna širina kotača           | 13 in          | 330 mm     |
| Maksimalan promjer kotača          | 40 in          | 1016 mm    |
| Raspon promjera felge              | 11-24 in       | 279-610 mm |
| Maksimalan tlak pneumatske ruke    | 10 bar         |            |
| Maksimalna snaga pneumatske ruke   | 38 800N        |            |
| Radni tlak pneumatske ruke         | 8-10 bar       |            |
| Raspon radne snage pneumatske ruke | 31 040-38 800N |            |
| Težina uređaja                     | 205 kg         |            |



**Slika 4. Stroj za montažu i demontažu gume s naplatka “Hunter TCX525“**

### 3.3. Uređaj za balansiranje kotača - Hunter GSP 9700

Hunter GSP 9700 je uređaj koji se koristi za balansiranje kotača. Balansiranje je postupak kojim se masa kotača uravnotežuje te se raspodjeljuje opterećenje na različitim stranama iste

osovine. Cilj postupka je umanjiti ili ukloniti vibracije koje se prenose na ostale komponente vozila koje mogu dovesti do oštećenja i kvarova na ostalim dijelovima ovjesa poput amortizera i ležajeva, a također loše utječu na udobnost vožnje i njenu sigurnost. Također, na kotačima koji nisu balansirani gume se troše brže i neravnomjerno te je postupak potrebno obaviti prilikom svake zamjene zimskih guma ljetnima ili obrnuto.

**Tablica 3. Tehničke karakteristike stroja za ujednačavanja raspodjele mase na kotaču**

| Hunter GSP9700                 |                  |            |
|--------------------------------|------------------|------------|
| Širina felge                   | 2.5-20 in        | 64-508 mm  |
| Promjer felge                  | 7.5-34 in        | 191-864 mm |
| Maksimalan promjer kotača      | 40 in            | 1016 mm    |
| Maksimalna širina gume         | 20 in            | 508 mm     |
| Maksimalna težina kotača       | 79 kg            |            |
| Rezolucija disbalansa          | $\pm 0.28$ g     |            |
| Preciznost mjesta postavljanja | $\pm 0.35^\circ$ |            |
| Raspon brzine balansiranja     | 0-300 o/min      |            |

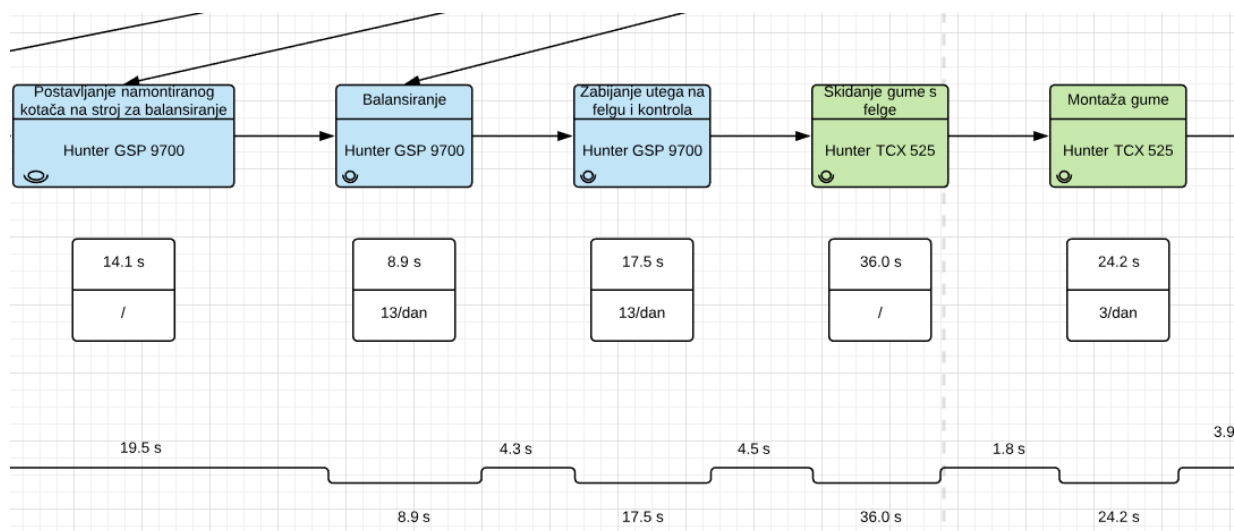


**Slika 5. Stroj za ujednačavanje raspodjele mase na kotaču “Hunter GSP9700”**

## 4. MAPA TOKA VRIJEDNOSTI

Mapiranje je aktivnost čiji su proizvod crteži koji se nazivaju karte toka vrijednosti. Mape toka vrijednosti su crteži koji vizualiziraju tok materijala i tok informacija. Postoje dvije vrste mapa. Prva je mapa trenutnog stanja koja opisuje procese kakvi trenutno jesu, druga je mapa budućeg stanja koja opisuje idealno stanje zasnovano na korištenju lean metoda i tehnika poduzeća. Cilj mapiranja toka vrijednosti je da se uoče aktivnosti koje dodaju vrijednost proizvodu i one aktivnosti koje ne dodaju direktno vrijednost proizvodu. Mape toka vrijednosti trebaju pokazati realno stanje sustava, a ne da budu procedure koje objašnjavaju kako se u idealnim uvjetima odvijaju proizvodni procesi. Mapiranje se vrši i zbog smanjivanja proizvodnog ciklusa i lakšeg pronalaženja mjesta za unapređenje proizvodnog procesa.

### 4.1. Mapa toka vrijednosti prikaz trenutnog stanja procesa



**Slika 6. Mapa toka vrijednosti prikaz trenutnog stanja procesa**

Izradom mape toka vrijednosti postiže se bolje razumijevanje procesa te je uz pomoć grafičkog prikaza jednostavnije uočiti gdje je moguće postići poboljšanja i povećati učinkovitost procesa. Na slici 6. prikazan je kronološki redoslijed operacije koje se odvijaju u samo procesu a koje su potrebne za ostvarivanje tražene usluge.



## 4.2. Mjerenje trenutnog stanja u procesu

Mjerenja su provedena na uzorku od 41 vozila u poslovnici poduzeća “Vulkanizer Bračun”. Izmjerena je svaka faza procesa te je pomoću dobivenih podataka provedena statistička analiza podataka, vremenska iskoristivost strojeva i udio vremena koja donose vrijednost procesu

### 4.2.1. Analiza dobivenih rezultata

Nakon provedenih mjerenja provedena je statistička analiza izmjerenih podataka te je računski izračunata aritmetička sredina vremena svake faze procesa koja je korištena za mapiranje toka vrijednosti.

- Aritmetička sredina računa se prema navedenom izrazu (1)

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

**n**.....ukupan broj podataka u skupu,

**xi** (i=1,..., n)....iznosi pojedinih podataka skupa

- Izračunata aritmetička sredina (2)

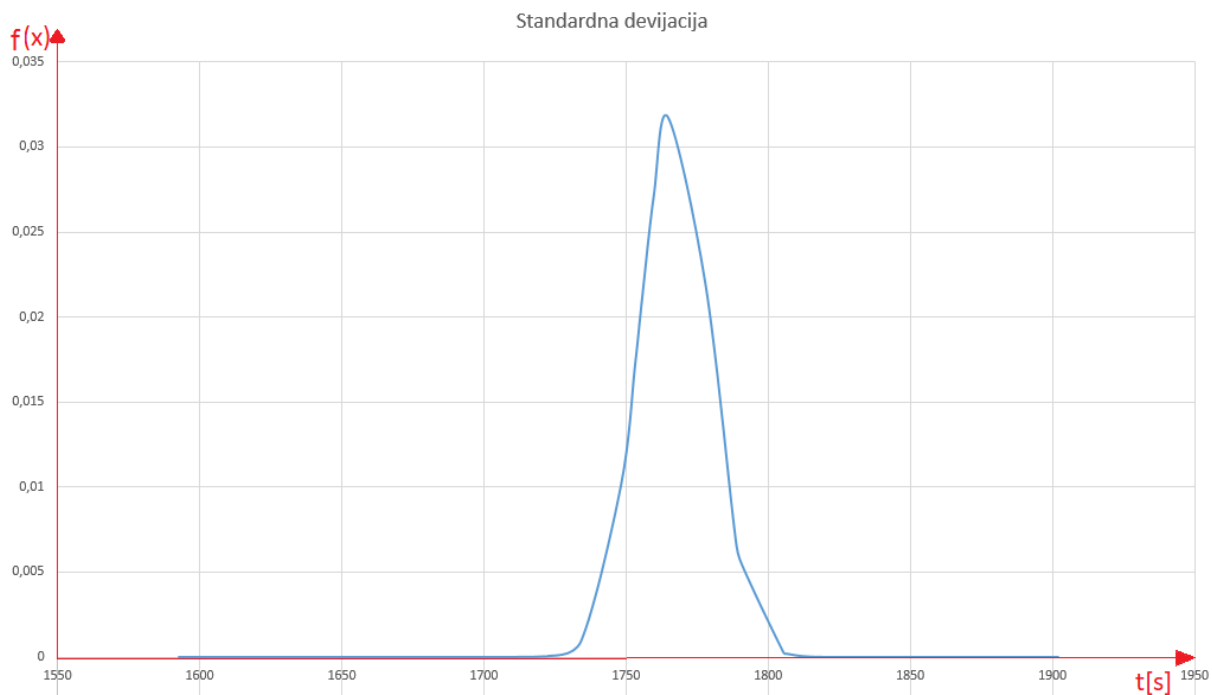
$$\bar{X} = 1765.4 \text{ s} \quad (2)$$

- Standardna devijacija

Standardna devijacija je mjera za disperziju rezultata mjerenja, objedinjenih u neki statistički skup podataka, oko aritmetičke sredine. Iznos standardne devijacije koja se definira kao apsolutna vrijednost prosječnog odstupanja svih podataka od aritmetičke sredine

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

$$\sigma = 79.1229771 \quad (4)$$



**Slika 7. Prikaz funkcije gustoće vjerojatnosti iz podataka rezultata mjerenja vremena usluge zamjene pneumatika**

Grafički prikaz disperzije tj rasipanja rezultata oko prosječnog vremena dobivenog mjerenjem na 41 uzorku prikazan je na slici 7. Na apscisi prikazana su vremena trajanja procesa a ordinata prikazuje funkciju  $f(x)$ .

#### 4.2.2. Trenutna vremenska iskoristivost opreme

Nakon obavljenih mjerenja vremena trajanja procesa na uzorku od 41 vozila, te analize izmjerenih podataka utvrđena je trenutna vremenska iskoristivost pojedinačnih strojeva tijekom samog procesa. Provedena je analiza vremenske iskoristivosti strojeva koji su najveća investicija a potrebni su za obavljanje promatranog procesa. To su stroj za demontažu i montažu guma Hunter TCX 525 i stroj za balansiranje kotača Hunter GSP 9700.

Za vremensku iskoristivost strojeva korišteno je vrijeme koje uključuje vrijeme samih aktivnosti a ne i vrijeme čekanja na početak obavljanja zamjene pneumatika.

- Trenutna vremenska iskoristivost stroja za demontažu i montažu guma Hunter TCX 525 (5)

$$\text{Iskoristivost stroja TCX525} = \frac{\text{operativno vrijeme}}{\text{vrijeme ciklusa}} = \frac{247.8}{1129.1} = 0.219 = 21.9\% \quad (5)$$

- Trenutna iskoristivost stroja za balansiranje kotača Hunter GSP 9700 (6)

$$\text{Iskoristivost stroja GSP 9700} = \frac{\text{operativno vrijeme}}{\text{vrijeme ciklusa}} = \frac{122.7}{1129.1} = 0.109 = 10.9\% \quad (6)$$

Vremenska iskoristivost od 21,9% i 10,9% je izrazito mala što znači da strojevi u malom vremenskom periodu samog ciklusa isplaćuju vlastitu investiciju.

Unatoč tome prijedlog je investicija sredstava u kupnju još jednog uređaja za montažu i demontažu guma te uređaja za balansiranje kako bi se osigurala pripadajuća oprema svakome radnom mjestu. Sama investicija može se opravdati činjenicom da u samom procesu dolazi do minimalnih unaprjeđenja u opremi dostupnoj na tržištu tako da je moguće amortizirati opremu kroz dulje vremensko razdoblje.

#### 4.2.3. Trenutna efikasnost procesa

Vremensko trajanje procesa možemo podijeliti u 3 skupine [5]. Vremena dijelimo na VAT (Value-added activities-time), NVAT (Non-value-added activities-time) i WT (Waste-time). Prilikom analize samoga procesa potrebno je sve aktivnosti grupirati u skupinu kojoj pripadaju.

VAT-Value-added activities-time (Vrijeme aktivnosti s dodanom vrijednosti) – je ukupno vrijeme svih aktivnosti koje izravno ili neizravno dodaju vrijednost, sa strane gledišta kupca to su aktivnosti koje je kupac spreman platiti. Te aktivnosti smatraju se čistim dobitkom i cilj je maksimizirati njihov udio u cjelokupnom procesu

NVAT-Non-value-added activities-time (Vrijeme aktivnosti bez dodane vrijednosti) – je vrijeme svih aktivnosti koje ne dodaju vrijednost proizvodu ali su neophodne za sami proces proizvodnje ili usluge poput transporta, kontrole kvalitete itd.

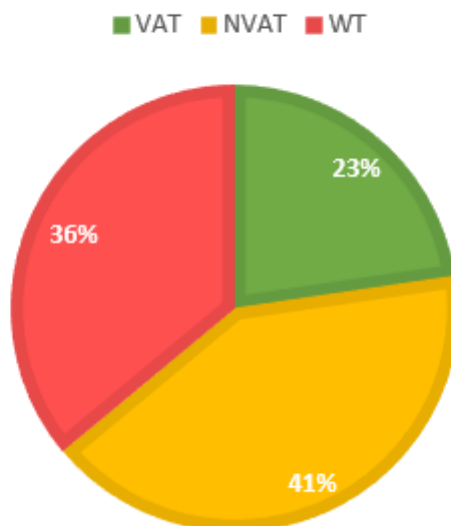
WT-Waste-time (Otpadno vrijeme) – je ukupno vrijeme svih aktivnosti koje iz perspektive kupca ne dodaje vrijednost proizvodu ili usluzi i može se eliminirati iz procesa bez većeg utjecaja na sami proces. To vrijeme se smatra čistim gubitkom.

Analizirajući sami proces zamjene guma uočeni su gubici nepotrebnog kretanja.

$$\text{Efikasnost procesa} = \frac{VAT}{VAT + WT + NVAT} \quad (7)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Efikasnost procesa} &= \frac{\text{Vrijeme aktivnosti koje dodaju vrijednost}}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \\
 &= \frac{400.4}{1765.4} = 0.227 = 22.7\%
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

### UDIO VREMENA TRENUTNOG STANJA



**Slika 8. Udio vremena trenutačnog stanja procesa**

Udio WT-waste time u procesu (4)

$$\text{Udio WT} = \frac{WT}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \frac{636.3}{1765.4} \times 100\% = 36\%
 \tag{9}$$

Udio NVAT-Non value added activities time u procesu (5)

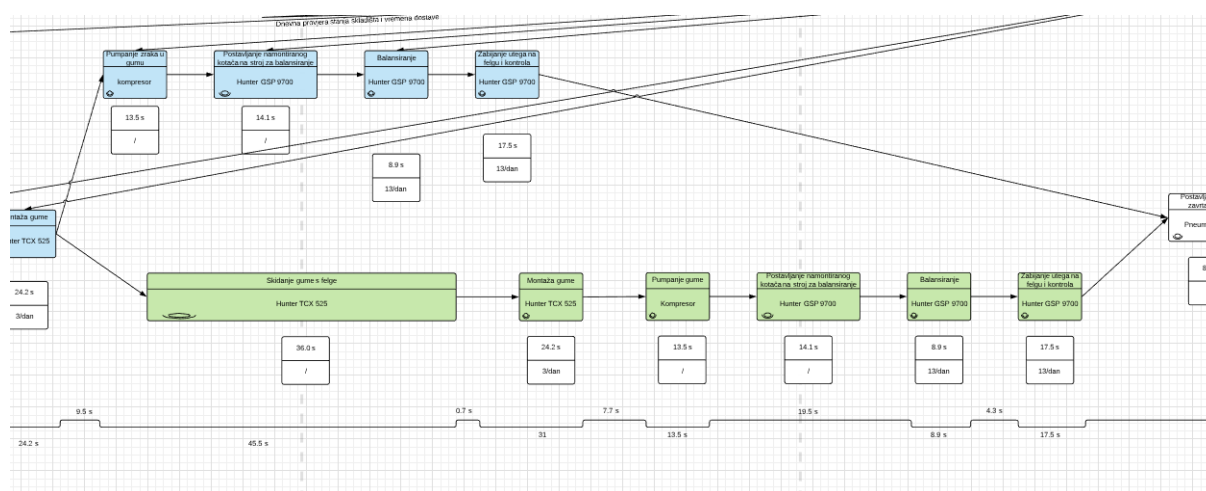
$$\text{Udio NVAT} = \frac{NVAT}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \frac{728.7}{1765.4} \times 100\% = 41.3\%
 \tag{10}$$

Udio VAT- Value added activities time u procesu (6)

$$\text{Udio VAT} = \frac{VAT}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \frac{400.4}{1765.4} \times 100\% = 22.7\%
 \tag{11}$$

### 4.3. Povećanje efikasnosti procesa

Prilikom analize radnog procesa uočeno je da postoje vremenski intervali prilikom kojih radnik čeka da radni stroj obavi određenu aktivnost. Reorganizacijom samog procesa i obavljanjem više aktivnosti istovremeno u cjelokupnom ciklusu u fazama u kojima je to moguće skratilo bi se ukupno vrijeme ciklusa čime bi se povećala njegova efikasnost. Grafički je prikazano mapiranjem toka vrijednosti koje bi se faze mogle obavljati paralelno. Također potrebno je provjeriti i uskladiti aktivnosti kako se ne bi preklapale vremenske faze u kojima bi radnik istovremeno trebao biti na 2 stroja. Unutar samog procesa postoji određeno preklapanje takvih aktivnosti u kojima bi došlo do određenih vremenskih gubitaka ali ukupno vrijeme bi se unatoč tome skratilo.

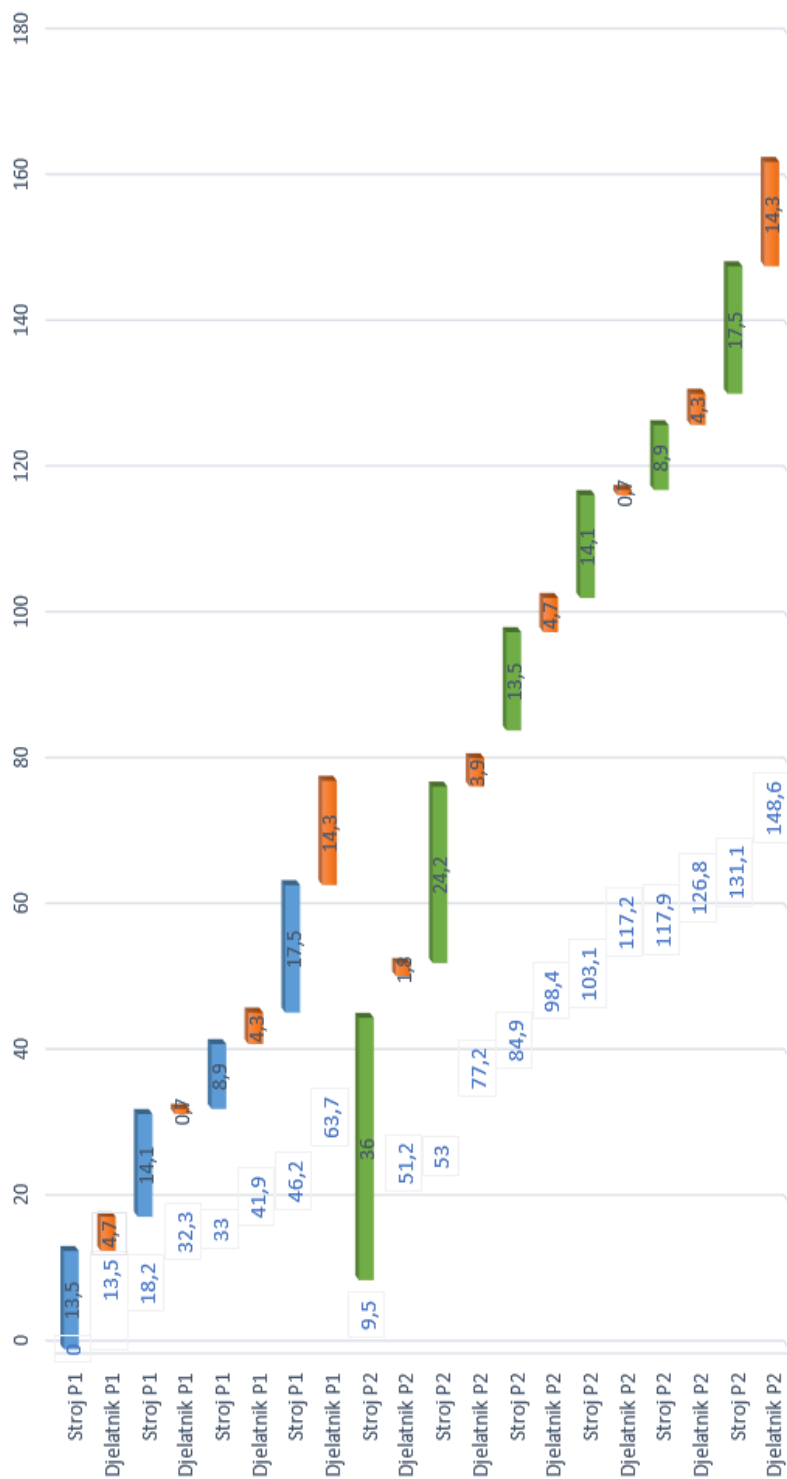


**Slika 9. Isječak mape toka vrijednosti nakon predloženih poboljšanja**

Mapa toka vrijednosti grafički prikazuje koji bi se dijelovi procesa mogli obavljati istovremeno s ciljem uštede vremena te omogućava lakše razumijevanje prijedloga povećanja učinkovitosti i njegov pokušaj implementacije. Također uz pomoć gantograma koji prikazuje vrijeme početka i trajanja aktivnosti koje se događaju istovremeno grafički je prikazano da nema preklapanja ljudskih aktivnosti u istom trenutku na 2 različita stroja.

Narančastom bojom su prikazani vremenski intervali u kojima je djelatnik aktivan te je na grafičkom prikazu vidljivo da nema preklapanja tj. vremenskih razdoblja u kojima se od njega zahtjeva da bude na 2 stroja istovremeno. Također ostavljen je dovoljan vremenski period kako bi radnik sigurno mogao stići od jednog do drugog stroja između samih aktivnosti.

Plavom bojom prikazan je proces P1 koji je na mapi toka materijala na prijedlogu povećanja efikasnosti sa gornje strane te je zelenom bojom označen proces P2 koji se na mapi nalazi sa donje strane.



**Slika 10. Gantogram vremena početaka i trajanja paralelnih procesa**

#### 4.3.1. Efikasnost procesa nakon reorganizacije

Efikasnost procesa nakon reorganizacije (12)

$$\text{Efikasnost procesa} = \frac{VAT}{VAT + WT + NVAT} = \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \text{Efikasnost procesa} &= \frac{\text{Vrijeme aktivnosti koje dodaju vrijednost}}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \\ &= \frac{353.2}{1678.2} = 0.211 = 21.1\% \end{aligned}$$

#### 4.3.2. Iskoristivost strojeva nakon povećanja efikasnosti procesa

- Iskoristivost stroja za demontažu i montažu guma Hunter TCX 525 nakon reorganizacije (13)

$$\text{Iskoristivost stroja} = \frac{\text{operativno vrijeme}}{\text{vrijeme ciklusa}} = \frac{247.8}{1041.9} = 0.238 = 23.8\% \quad (13)$$

- Iskoristivost stroja za balansiranje kotača Hunter GSP 9700 nakon reorganizacije (14)

$$\text{Iskoristivost stroja} = \frac{\text{operativno vrijeme}}{\text{vrijeme ciklusa}} = \frac{122.7}{1041.9} = 0.118 = 11.8\% \quad (14)$$

- Udio WT-waste time u procesu nakon reorganizacije (15)

$$\text{Udio WT} = \frac{WT}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \frac{636.3}{1678.2} \times 100\% = 37.9\% \quad (15)$$

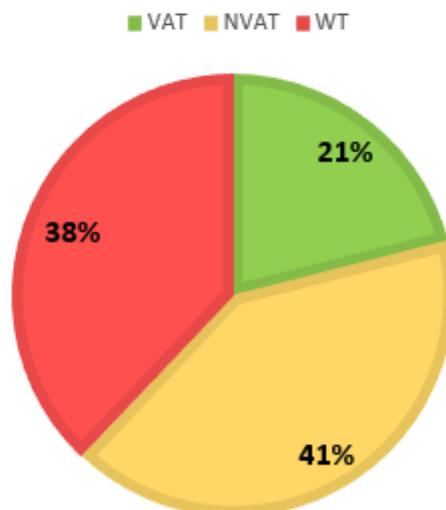
- Udio NVAT-Non value added activities time u procesu nakon reorganizacije (16)

$$\text{Udio NVAT} = \frac{NVAT}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \frac{688.7}{1678.2} \times 100\% = 41\% \quad (16)$$

- Udio VAT- Value added activities time u procesu nakon reorganizacije (17)

$$\text{Udio VAT} = \frac{VAT}{\text{Ukupno vrijeme procesa}} = \frac{353.2}{1678.2} \times 100\% = 21.1\% \quad (17)$$

### UDIO VREMENA NAKON PREDLOŽENIH POBOLJŠANJA



Slika 11. Torta dijagram nakon povećanja efikasnosti procesa

#### 4.4. Povećanje efikasnosti procesa zapošljavanjem dodatnog osoblja

Nakon uvođenja promjena u proces prema prikazanom dijagramu može se vidjeti kako je došlo do povećanja udjela WT-Waste time koje se smatra čistim gubitkom. Iz toga bi se moglo isprva zaključiti kako nije došlo do povećanja efikasnosti samog procesa. Do takve promjene je došlo zbog smanjenja vremena samog ciklusa i obavljanja aktivnosti koje su potrebne da bi se ciklus izvršio dok je vrijeme čekanja ostalo isto. Za ozbiljnija poboljšanja gdje će doći do smanjenja udjela WT-Waste time potrebne su veće investicije u opremu i povećanje broja radnika što je prikazano u sljedećem poglavlju. Također moguće je da bi daljnim povećanjem efikasnosti procesa koje bi rezultiralo smanjenjem samog vremena ciklusa došlo do veće potražnje korisnika za uslugom što bi rezultiralo povećanjem vremena čekanja tj WT-Waste time.

Proces zamjene pneumatika obavlja se na 2 radna mjesta, uz samo vozilo, pri čemu se obavljaju aktivnosti podizanja samog vozila te skidanja i montiranja kotača na vozilo. Podjela procesa na 2 radnika zamišljena je na način da jedan radnik obavlja aktivnosti na jednom radnom mjestu uz samo vozilo te uz strojeve. Ovakvom podjelom moglo bi doći do produljenja vremena čekanja na daljnje aktivnosti samog radnika što je moguće vidjeti na mapi toka materijala koja se nalazi u prilogu rada. Nakon što bi prvi radnik podigao vozilo u položaj prema slici 12, bio bi prisiljen čekati drugog radnika da obavi potrebne aktivnosti



kako bi mogao skinuti kotače sa druge strane vozila. Kao što je vidljivo na slici 12 postojeća oprema onemogućava istovremeno skidanje sva 4 kotača sa vozila tj moguće je istovremeno skidanje samo 2 tj. kotača koji se nalaze na jednoj strani vozila. Čekanje nastaje zbog nemogućnosti podizanja cjelokupnog vozila postojećom opremom koja omogućava podizanje samo jedne strane vozila i istovremeno skidanje 2 kotača.



**Slika 12. Način podizanja vozila postojećom opremom (podizanje samo jedne strane vozila**

Dakle, povećanje učinkovitosti procesa zapošljavanjem dodatnog osoblja iziskivalo bi i dodatna ulaganja u opremu drugačiju od postojeće (nabava novih dizalica koje mogu podignuti cijelo vozilo) što bi također zahtijevalo i ulaganje dodatnih financijskih sredstava na što vlasnik poduzeća u ovom trenutku nije spreman.



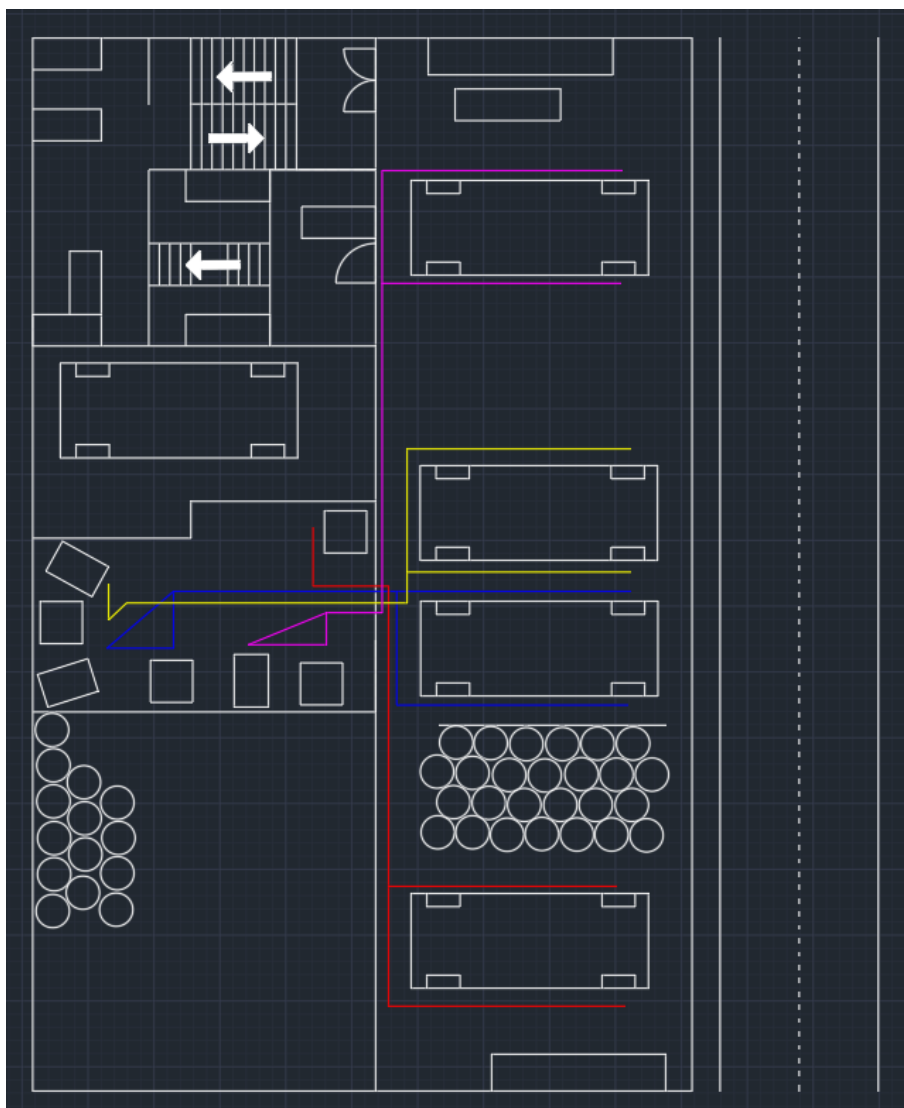
**Slika 13. Gantogram 2 radnika**

Na slici 12 prikazani su vremenski intervali u kojima bi pojedini radnik bio aktivan i neaktivan pošto bi se vremena njihovih aktivnosti obavljala jedna za drugom i ne bi dolazilo do preklapanja.

## 5. RADNI PROSTOR

### 5.1. Postojeća organizacija radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“

Radni prostor poduzeća „Vulkanizer Bračun“ sastoji se od četiri prostorije, od koji je jedna u funkciji ureda a jedna se koristi kao radno mjesto za montažu i demontažu guma. Treća prostorija koristi se kao pomoćno skladište za nove gume kao i privremeno skladište za gume koje su dostavljene iz hotela za gume ili čekaju da tamo budu odvezene. U četvrtoj se prostoriji nalaze uređaji koji se koriste prilikom montaže i demontaže guma te balansiranje. Ispred zatvorenog prostora nalaze se još četiri radna mjesta. Tlocrt radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“ prikazan je na slici 14.

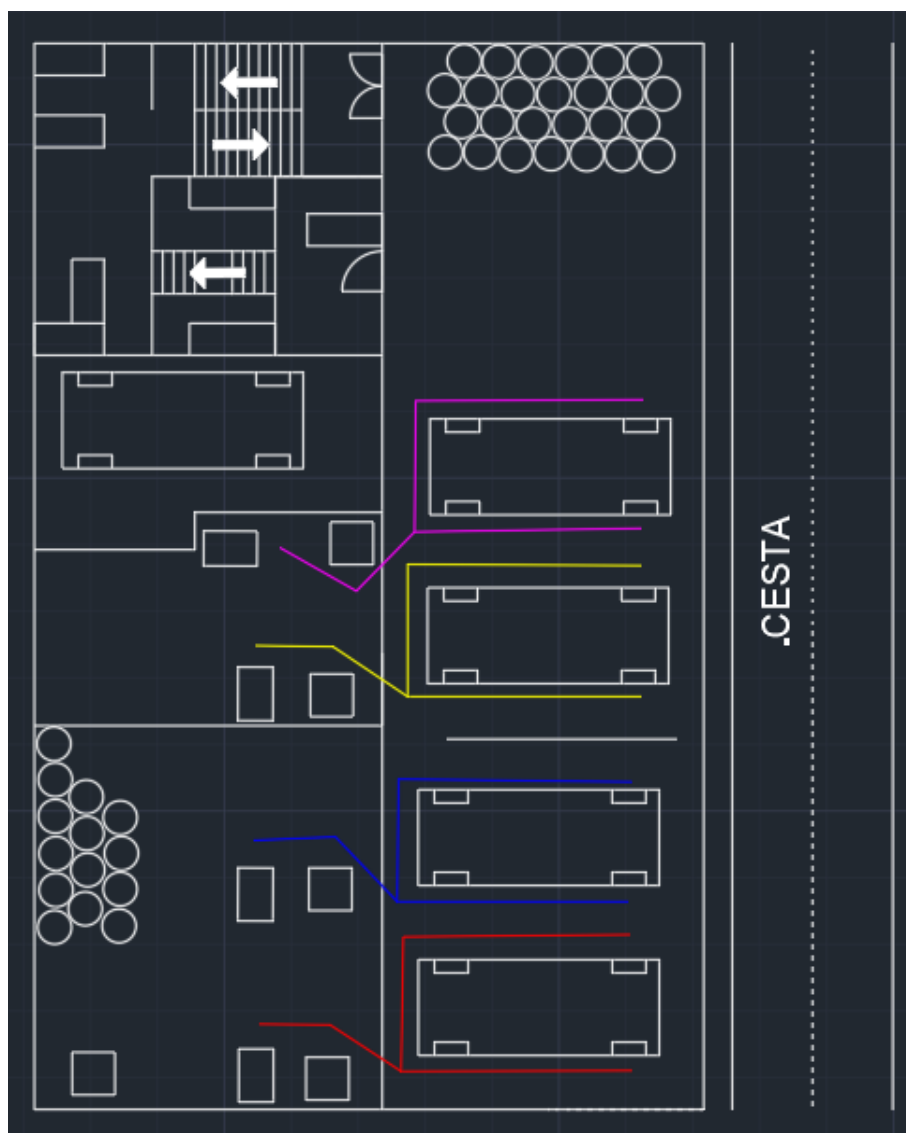


Slika 14. Tlocrt radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“

Prilikom boravka na samom radnom mjestu ustanovljeno je da je glavni nedostatak radnog prostora, raspored opreme unutar samog prostora te križanje tokova materijala. Križanje tokova materijala dovodi do mogućih zastoja u samom procesu. Također jedan ulaz u radni prostor koji je vezan uz 4 radna mjesta predstavlja usko grlo u samom toku materijala. Veliki nedostatak radnog prostora je i nepostojanje parkirnih mjesta na kojima bi klijenti mogli čekati dolazak na red. Zbog samih ograničenja zemljišta i objekta na njemu nemoguće je utjecati na ispravak ovoga nedostatka na trenutačnom prostoru.

## 5.2. Prijedlog reorganizacije radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun“

Samo unaprjeđenje prostora temeljilo bi se na izmijenjenom rasporedu radnih strojeva prilagođenom ograničenjima samog prostora.



**Slika 15. Tlocrt radnog prostora poduzeća „Vulkanizer Bračun nakon reorganizacije**

Reorganizacijom prostora eliminiralo bi se križanje tokova materijala te skratili tokovi čime bi se smanjilo vrijeme praznog hoda. Izmjenom položaja opreme, izmještanjem privremenog skladišta guma te reorganizacijom radnih mjesta u zatvorenom radnom prostoru na način prikazan na slici 12 izbjeglo bi se križanje tokova materijala i kretanja radnika, skratili putevi i izbjeglo usko grlo koje nastaje uporabom samo jednog ulaza. Prema predloženom rasporedu svako radno mjesto bilo bi odijeljeno i bliže vozilu na kojem se obavljaju aktivnosti.



## 6. SKLADIŠTE ZA GUME

Automobilske gume skladište se u različitim skladištima pod određenim atmosferskim uvjetima. Takva mjesta moraju biti suha, zamračena, bez utjecaja UV zraka sa optimalnim udjelom vlage u zraku u prostoriji. Gume je potrebno u određenim vremenskim intervalima okretati na regalima na kojima su postavljene kako bi se izbjegla negativna udubljena i oštećenja na samoj gaznoj površini koja kasnije mogu utjecati na sama vozna svojstva prilikom njihovog korištenja.



**Slika 16.** Način skladištenja guma u poduzeću „Vulkanizer Bračun“

### 6.1. Proces skladištenja“

Proces skladištenja guma započinje dovođenjem automobilskih guma u skladište. Nakon zaprimanja, gume je potrebno oprati prije skladištenja na regale. Pranje guma vrši se u posebnoj uređaju gdje se gume ili kompletni kotači ispiru sa vodom pod visokim tlakom od prljavština i nečistoća. U slijedećem koraku potrebno je provjeriti oznake na gumama kojima se identificira kojem vlasniku gume pripadaju. Oznaka se zapisuje u obliku registracijske tablice vozila sa kojeg su gume odnosno kotači skinuti. U konačnoj fazi procesa gume se pohranjuju na mjesto na regalu.



**Slika 17. Uredaj za pranje guma**

Za izračun potrebnog skladišnog prostora korištena je najučestalija veličina guma koja se koristi na osobnim vozilima. Prema katalogu ADAC-a, najučestalija klasa osobnih vozila su kompaktna na kojima se uglavnom koriste gume dimenzije 205/55R16. U prikazanim tablicama prikazane su dimenzije navedenog kotača te objašnjenje samih oznaka koje se na gumi nalaze od kojih su neke služile pri izračunu same dimenzije kotača.



**Slika 18. Oznaka pneumatika**

**Tablica 4. Dimenzije najučestalijeg pneumatika na osobnim vozilima (205/55 R16)**

| Dimenzija gume     | 205/55 R16    |
|--------------------|---------------|
|                    | veličina u mm |
| širina gume        | 205           |
| profil gume        | 55            |
| promjer felge      | 406           |
| visina bočnog zida | 113           |
| promjer gume       | 632           |
| opseg              | 1984          |
| okretaji           | 504/km        |

**Tablica 5. Značenje oznaka na pneumatiku**

| Simbol | Značenje   |
|--------|--|
| 205    | dimenzija širine gazne površine gume u milimetrima   |
| 55     | profil gume je odnos između visine bočnog zida i širine gazne površine gume. U ovom slučaju visina je 55% širine   |
| R      | označava radijalnu konstrukciju gume   |
| 16     | promjer felge na koju se postavlja guma izražen u colima<br>(1col=1 in = 1" = 0,025 4 m = 25,4 mm)   |
| 91     | indeks nosivosti, definira maksimalno opterećenje koje guma može izdržati, te se vrijednosti nalaze u tablici nosivosti (za broj 91 nosivost je 615kg)   |
| V      | indeks brzine, slovna oznaka koja označava maksimalnu brzinu koju guma može izdržati pri dozvoljenom opterećenju, te se vrijednosti nalaze u tablici indeksa brzine. Gume sa većim brzinskim indeksom su skuplje jer imaju posebnu smjesu koja im dozvoljava da postignu veću brzinu i bolje upravljanje (oznaka V=240km/h). |

**Tablica 6. Indeks brzine**

| Indeks | km/h      |
|--------|-----------|
| N      | 150       |
| Q      | 160       |
| R      | 170       |
| S      | 180       |
| T      | 190       |
| U      | 200       |
| H      | 210       |
| V      | 240       |
| W      | 270       |
| Y      | 300       |
| ZR     | preko 240 |



Tablica 7. Indeks nosivosti

| Indeks | Nosivost [kg] | Indeks | Nosivost [kg] |
|--------|---------------|--------|---------------|
| 71     | 345           | 91     | 615           |
| 72     | 355           | 92     | 630           |
| 73     | 365           | 93     | 650           |
| 74     | 375           | 94     | 670           |
| 75     | 387           | 95     | 690           |
| 76     | 400           | 96     | 710           |
| 77     | 412           | 97     | 730           |
| 78     | 425           | 98     | 750           |
| 79     | 437           | 99     | 775           |
| 80     | 450           | 100    | 800           |
| 81     | 462           | 101    | 825           |
| 82     | 475           | 102    | 850           |
| 83     | 487           | 103    | 875           |
| 84     | 500           | 104    | 900           |
| 85     | 515           | 105    | 925           |
| 86     | 530           | 106    | 950           |
| 87     | 545           | 107    | 975           |
| 88     | 560           | 108    | 1000          |
| 89     | 580           | 109    | 1030          |
| 90     | 600           | 110    | 1060          |

## 6.2. Izračun kapaciteta skladišnog prostora

### 6.2.1. Trenutno stanje skladišnog prostora

Trenutno stanje skladišnog prostora prikazano je na slici 16. Gume su složene na osam regala, pri čemu su postavljene u dva niza i četiri reda po visini.

- Ulazni parametri z izračun postojećeg kapaciteta skladišta za gume

Duljina skladišta 20m

Širina skladišta 14m

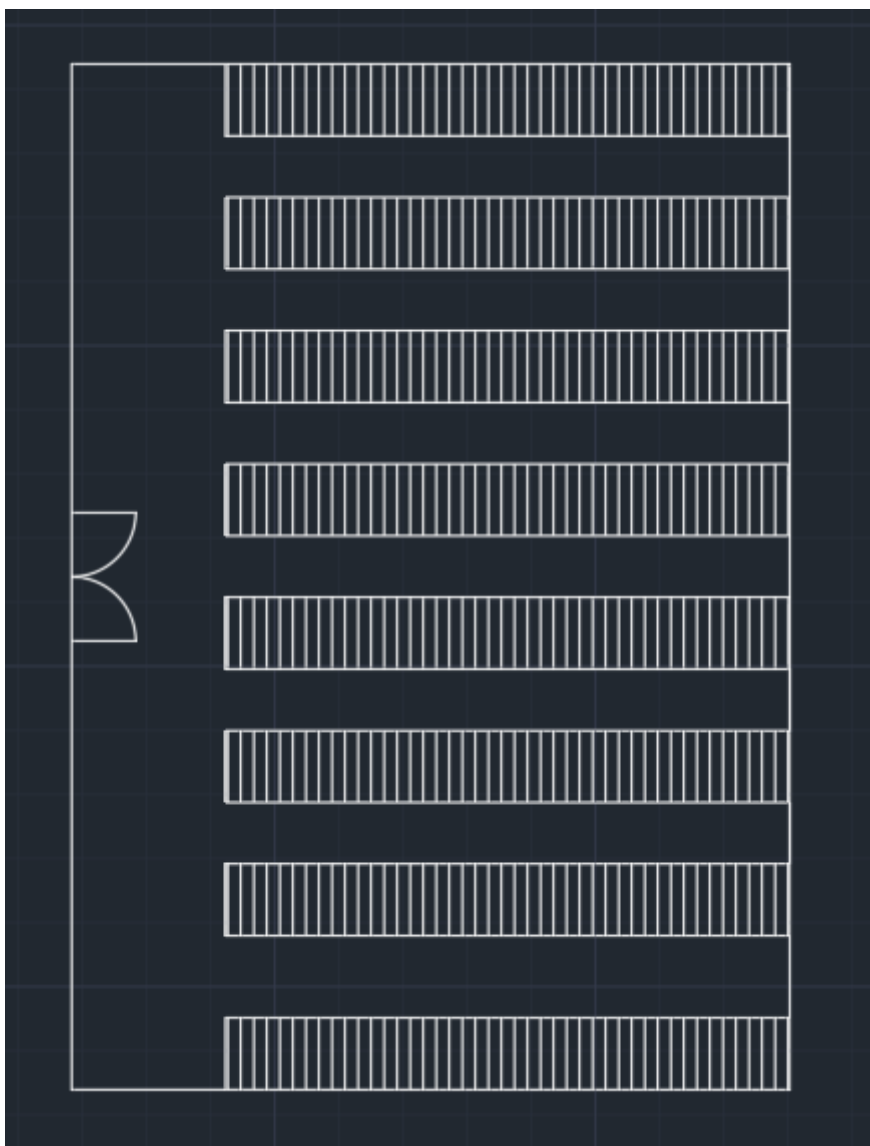
Širina prolaza 3m i 1.6m

Duljina regala 11m = 11000mm

Širina regala 1.4m = 1400mm

Postojeći broj regala = 8

Skladištenje redova guma po visini = 4



Slika 19. Tlocrtni prikaz trenutnog rasporeda nepomičnih regala u skladištu

- Kapacitet jednog reda (skladištenje na regalu sa 2 strane i 4 reda po visini) (18)

$$\text{Kapacitet 1 reda} = \frac{\text{duljina regala}}{\text{širina gume}} = \frac{11000}{205} = 53.66 \approx 53 \text{ gume(kotača)} \quad (18)$$

- Skladištenje na regalu sa 2 strane i 4 reda po visini (14)

$$\text{Kapacitet 1 regala} = \text{kapacitet 1 reda} \times \text{broj strana} \times \text{broj redova po visini} \quad (19)$$

$$\text{Kapacitet 1 regala} = 53 \times 2 \times 4 = 424 \text{ gume(kotača)}$$

- Kapacitet skladišta (izražen brojem setova guma, jedan set se sastoji od 4 gume) (15)

$$\text{Kapacitet skladišta} = \text{kapacitet jednog regala} \times \text{broj regala} \quad (15)$$

$$\text{Kapacitet skladišta} = 424 \times 8 = 3392 \text{ gume(kotača)}$$

$$\text{Kapacitet skladišta} = 3392 \text{ gume(kotača)} = 848 \text{ setova}$$

### 6.2.2. Skladišni prostor nakon predloženih modifikacija

Prijedlog povećanja skladišnog kapaciteta je montaža postojećih regala na pokretna postolja uz određene modifikacije kako bi regali postali prijevozni. Time bi se povećao broj regala zadanih dimenzija za skladištenje automobilskih guma sa 8 na 13 regala. Prijedlog povećanja kapaciteta prikazan je na skici te je prikazan pomoću izračuna.



**Slika 20. Tlocrtni prikaz skladišta nakon predloženih izmjena**

- Ulazni parametri za izračun kapaciteta skladišta nakon predloženih izmjena

Duljina skladišta 20m

Širina skladišta 14m

Širina prolaza 3m i 1.5m

Duljina regala 11m = 11000mm

Širina regala 1.4m = 1400mm

Postojeći broj regala = 8

Skladištenje redova guma po visini = 4

- Kapacitet jednog reda (skladištenje na regalu sa 2 strane i 4 reda po visini) (16)

$$\text{Kapacitet 1 reda} = \frac{\text{duljina regala}}{\text{širina gume}} = \frac{11000}{205} = 53.66 \approx 53 \text{ gume(kotača)} \quad (16)$$

Skladištenje na regalu sa 2 strane i 4 reda po visini (17)

$\text{Kapacitet 1 regala} = \text{kapacitet 1 reda} \times \text{broj strana} \times \text{broj redova po visini}$

$$\text{Kapacitet 1 regala} = 53 \times 2 \times 4 = 424 \text{ gume(kotača)} \quad (17)$$

- Kapacitet skladišta (izražen brojem setova guma, jedan set se sastoji od 4 gume) (18)

$\text{Kapacitet skladišta} = \text{kapacitet jednog regala} \times \text{broj regala}$

$\text{Kapacitet skladišta} = 424 \times 11 = 5512 \text{ gume(kotača)}$

$$\text{Kapacitet skladišta} = 5512 \text{ gume(kotača)} = 1378 \text{ setova} \quad (18)$$

Predloženim izmjenama u skladišnom prostoru povećao bi se skladišni kapacitet sa 3392 kotača tj. 848 setova od po 4 kotača na 5512 kotača tj 1378 setova od po 4 kotača.

## 7. ZAKLJUČAK

Nakon provedenih početnih analiza poduzeća „Vulkanizer Bračun“ i njegove organizacije, predložena su poboljšanja u obliku unaprjeđivanja procesa, povećanja skladišnih kapaciteta, bolje organizacije aktivnosti unutar samog procesa i razmještaja strojeva unutar samog radnog prostora a sve u cilju povećanja ostvarenog profita. U završnom radu primarni predmet analize bio je uslužni proces zamjene zimskih i ljetnih pneumatika i obrnuto u kritičnim vremenskim razdobljima kada je najveća potražnja za uslugom. Boljom organizacijom aktivnosti te njihovim paralelnim izvođenjem u vremenskim intervalima kada je to moguće skraćeno je ukupno vrijeme samoga procesa sa 1765.4 sekunde na 1678.4 sekundi što u konačnici dovodi do mogućnosti obrade većeg broja vozila u istome vremenskom razdoblju. Prilikom analize samog prijedloga utvrđeno je da nema vremenskog preklapanja u kojem bi se od jednog djelatnika tražilo da istovremeno obavlja aktivnosti na 2 stroja. Moguće poboljšanje je korištenjem većeg broja izvršitelja te bi se to vrijeme značajno smanjilo uz prethodnu analizu financijske opravdanosti. Poštujući ograničenja samoga radnog prostora, predložena su ostvariva poboljšanja koja su se sastojala u njegovoj reorganizaciji. Predloženom izmjenom organizacije radnog prostora izbjeglo bi se križanje tokova materijala te skratili njihovi putevi. Kupnjom dodatnog uređaja za montažu i demontažu pneumatika te uređaja za balansiranje kotača osigurala bi se neovisnost svakog radnog mjesta. U tom slučaju poduzeće „Vulkanizer Bračun“ imalo bi potreban broj strojeva za svaki radni prostor, odnosno svako radno mjesto imalo bi pripadajući set radnih strojeva potrebnih za obavljanje određenih aktivnosti. U skladišnom prostoru postojeći regali bili bi zamijenjeni pomičnim (kliznim) regalima. Takvom izmjenom povećao bi se ukupan kapacitet skladišnog prostora sa 8 na 13 regala što bi rezultiralo povećanjem kapaciteta skladišta sa 848 na 1378 setova kotača.. Za predložene izmjene potrebno je procijeniti njihovu ekonomsku isplativost.

## LITERATURA

- [1] Inženjerski priručnik IP4-Proizvodno strojarstvo
- [2] <https://cyberleninka.ru/article/v/primena-swot-analize-na-sistem-integralnog-transporta>
- [3] <http://e-ucenje.fsb.hr/pluginfile.php/54528/modresource/content/0/Vje%C5%BEbe%203%20-%20Proizvodne%20strategije.pdf>
- [4] [http://e-ucenje.fsb.hr/pluginfile.php/50270/mod\\_resource/content/1/MLJP%20-%20Vje%C5%BEbe%20%20Alati%20za%20analizu%20poduze%C4%87a%202017.pdf](http://e-ucenje.fsb.hr/pluginfile.php/50270/mod_resource/content/1/MLJP%20-%20Vje%C5%BEbe%20%20Alati%20za%20analizu%20poduze%C4%87a%202017.pdf)
- [5] <http://repozitorij.fsb.hr/3662/1/Lean%20concept%20application%20in%20production%20business.pdf>
- [6] <http://e-ucenje.fsb.hr/course/view.php?id=482>
- [7] <http://e-ucenje.fsb.hr/course/view.php?id=476>
- [8] [www.adac.de](http://www.adac.de)

## **PRILOZI**

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija

| Vremena mjerenja po fazama procesa  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Prosječno<br>trajanje | Najkraće<br>trajanje |      |      |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|----------------------|------|------|
| Dolazak automobila na lokaciju i čekanje na početak aktivnosti            | 742,0 | 653,0 | 586,0 | 602,0 | 706,0 | 576,0 | 662,0 | 590,0 | 724,0 | 736,0 | 545,0 | 646,0 | 684,0 | 687,0 | 706,0 | 685,0 | 697,0 | 694,0 | 645,0 | 566,0 | 646,0 | 756,0 | 555,0 | 720,0 | 725,0 | 581,0 | 550,0 | 505,0 | 525,0 | 640,0 | 621,0 | 595,0 | 685,0 | 567,0 | 747,0 | 504,0 | 548,0 | 712,0 | 605,0 | 653,0 | 516,0                 |                      |      |      |
| priprema auta prilikom dolaska  | 77,8  | 73,4  | 67,3  | 76,6  | 77,4  | 65,2  | 70,8  | 67,1  | 70,3  | 71,2  | 64,9  | 60,8  | 62,4  | 63,4  | 78,6  | 75,1  | 77,1  | 79,4  | 65,2  | 79,1  | 58,7  | 73,4  | 61,6  | 80,6  | 71,9  | 75,1  | 77,5  | 66,3  | 80,8  | 63,0  | 80,9  | 79,8  | 76,1  | 82,3  | 66,4  | 63,0  | 69,3  | 72,0  | 78,0  | 63,5  | 71,1                  | 71,6                 | 58,7 |      |
| dizanje auta sa dizalicom   | 5,4   | 5,4   | 6,5   | 6,2   | 5,8   | 7,2   | 6,4   | 7,4   | 7,7   | 7,9   | 7,5   | 5,9   | 5,5   | 5,4   | 8,0   | 6,6   | 6,7   | 6,2   | 7,4   | 5,9   | 5,3   | 7,5   | 6,0   | 7,6   | 5,6   | 7,3   | 5,4   | 5,3   | 6,8   | 6,8   | 7,9   | 6,6   | 8,0   | 5,1   | 6,3   | 6,2   | 5,1   | 6,3   | 7,6   | 7,5   | 7,2                   | 6,5                  | 5,1  |      |
| otpuštanje vijaka na kotaču i skidanje kotača                             | 23,1  | 27,3  | 24,7  | 27,5  | 26,9  | 24,4  | 27,6  | 23,5  | 25,4  | 25,7  | 26,4  | 27,2  | 27,1  | 23,3  | 22,9  | 23,3  | 24,6  | 22,5  | 27,2  | 23,3  | 24,2  | 26,1  | 26,1  | 26,4  | 25,6  | 23,2  | 24,7  | 24,9  | 26,8  | 22,9  | 27,4  | 24,0  | 25,7  | 25,6  | 24,0  | 25,7  | 27,6  | 24,6  | 23,8  | 23,8  | 27,4                  | 25,2                 | 22,5 |      |
| ispuštanje zraka sa namontirane gume                                      | 2,8   | 3,1   | 2,3   | 3,2   | 2,1   | 2,4   | 2,2   | 3,4   | 2,2   | 2,1   | 2,1   | 2,9   | 3,0   | 2,3   | 3,5   | 2,7   | 3,1   | 3,1   | 3,3   | 3,1   | 2,3   | 3,3   | 2,8   | 2,0   | 3,2   | 3,2   | 2,3   | 2,2   | 3,1   | 2,5   | 3,2   | 2,6   | 2,8   | 2,8   | 3,3   | 2,7   | 2,9   | 2,6   | 2,1   | 3,4   | 2,8                   | 2,0                  |      |      |
| skidanje gume s felge (demontranje)                                       | 26,2  | 27,0  | 25,5  | 25,1  | 24,8  | 23,5  | 27,0  | 27,3  | 23,5  | 23,9  | 27,7  | 26,5  | 27,4  | 23,9  | 23,0  | 25,5  | 27,5  | 23,1  | 25,4  | 24,0  | 23,5  | 26,0  | 27,5  | 25,0  | 28,0  | 24,1  | 25,2  | 23,8  | 25,4  | 23,7  | 23,3  | 27,8  | 26,8  | 23,4  | 25,9  | 26,8  | 26,3  | 24,4  | 23,0  | 28,3  | 28,1                  | 25,5                 | 23,0 |      |
| stavljjanje gume na felgu (montiranje)                                    | 13,7  | 11,9  | 13,7  | 15,9  | 13,9  | 15,9  | 13,5  | 13,3  | 14,5  | 12,9  | 16,0  | 13,4  | 14,5  | 14,8  | 16,2  | 16,0  | 14,6  | 15,3  | 13,2  | 11,7  | 15,4  | 16,0  | 16,0  | 16,3  | 12,0  | 15,3  | 11,8  | 12,7  | 15,8  | 13,4  | 13,0  | 13,9  | 15,7  | 12,7  | 12,4  | 12,5  | 16,0  | 15,2  | 14,7  | 12,0  | 14,8                  | 14,3                 | 14,2 | 11,7 |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 11,5  | 13,4  | 9,8   | 9,1   | 12,9  | 11,9  | 9,5   | 12,6  | 10,4  | 10,3  | 10,2  | 12,6  | 9,2   | 11,5  | 8,1   | 10,2  | 8,2   | 11,4  | 8,1   | 10,1  | 10,5  | 11,6  | 12,6  | 8,5   | 11,0  | 10,1  | 12,1  | 11,1  | 9,4   | 10,0  | 12,2  | 9,6   | 10,9  | 11,3  | 8,8   | 10,3  | 11,7  | 12,6  | 11,1  | 8,9   | 9,7                   | 10,6                 | 8,1  |      |
| stavljjanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje                  | 4,7   | 3,9   | 4,4   | 5,1   | 4,3   | 5,1   | 4,0   | 5,2   | 4,4   | 4,6   | 4,9   | 5,2   | 4,0   | 4,7   | 4,2   | 4,7   | 4,5   | 3,9   | 4,6   | 5,1   | 4,3   | 3,9   | 4,6   | 3,8   | 5,1   | 4,7   | 4,2   | 4,7   | 4,7   | 3,9   | 4,3   | 4,5   | 5,2   | 3,8   | 4,9   | 4,4   | 4,5   | 5,0   | 5,2   | 4,3   | 4,0                   | 4,5                  | 3,8  |      |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 33,3  | 34,1  | 33,7  | 35,2  | 36,0  | 34,4  | 35,0  | 33,1  | 36,4  | 34,2  | 37,0  | 38,1  | 43,2  | 35,4  | 37,0  | 38,5  | 35,8  | 38,9  | 38,2  | 36,7  | 38,4  | 35,5  | 38,1  | 37,2  | 36,5  | 35,2  | 33,8  | 37,6  | 36,8  | 33,7  | 33,1  | 34,4  | 33,3  | 35,2  | 38,8  | 37,4  | 35,9  | 34,5  | 33,7  | 36,2  | 36,7                  | 36,0                 | 33,1 |      |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 1,5   | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 1,5   | 1,9   | 1,5   | 1,3   | 1,6   | 2,2   | 1,9   | 1,8   | 2,2   | 1,5   | 2,3   | 1,7   | 1,5   | 1,6   | 1,6   | 1,7   | 1,7   | 2,2   | 2,2   | 1,9   | 1,9   | 2,1   | 1,8   | 2,2   | 2,3   | 1,8   | 1,6   | 1,8   | 1,8   | 1,4   | 2,1   | 1,8   | 1,8   | 2,2   | 2,0   | 1,6   | 1,2                   | 1,8                  | 1,2  |      |
| stavljjanje gume na felgu (montiranje)                                    | 24,6  | 23,7  | 26,9  | 25,6  | 23,7  | 26,5  | 26,8  | 23,1  | 22,2  | 23,0  | 26,5  | 23,9  | 22,9  | 24,1  | 26,1  | 23,4  | 25,1  | 26,8  | 24,3  | 25,6  | 22,8  | 22,5  | 24,1  | 23,6  | 22,4  | 23,0  | 22,9  | 22,5  | 22,3  | 24,3  | 24,2  | 24,1  | 22,6  | 23,8  | 24,8  | 23,4  | 23,2  | 24,5  | 24,8  | 23,9  | 25,8                  | 24,2                 | 22,2 |      |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 3,7   | 3,8   | 3,6   | 3,9   | 3,7   | 3,7   | 3,8   | 3,8   | 3,6   | 4,0   | 3,5   | 3,9   | 3,4   | 3,7   | 3,9   | 4,2   | 3,6   | 4,3   | 4,3   | 3,9   | 3,7   | 4,1   | 4,1   | 4,0   | 3,5   | 4,2   | 4,1   | 3,6   | 3,6   | 4,1   | 3,8   | 3,4   | 3,8   | 3,8   | 4,3   | 4,2   | 3,5   | 4,2   | 3,8   | 4,0   | 4,1                   | 3,9                  | 3,4  |      |
| stavljjanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje                  | 14,5  | 13,8  | 14,4  | 12,8  | 13,1  | 14,0  | 14,4  | 12,5  | 13,7  | 14,5  | 12,6  | 13,3  | 13,4  | 14,3  | 12,6  | 13,3  | 12,8  | 13,8  | 14,5  | 13,1  | 13,7  | 13,3  | 12,5  | 13,7  | 13,9  | 13,3  | 13,1  | 12,6  | 14,3  | 12,8  | 14,6  | 14,6  | 14,6  | 14,0  | 13,5  | 14,3  | 12,7  | 13,7  | 13,3  | 14,0  | 13,5                  | 12,5                 |      |      |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 4,5   | 4,5   | 5,1   | 4,8   | 5,0   | 4,7   | 4,4   | 4,6   | 4,4   | 4,8   | 4,9   | 4,6   | 4,7   | 4,6   | 5,0   | 4,8   | 4,9   | 4,7   | 4,5   | 4,6   | 4,2   | 4,7   | 4,3   | 4,8   | 5,0   | 4,4   | 4,6   | 4,3   | 4,6   | 4,5   | 5,1   | 4,4   | 4,9   | 4,9   | 4,4   | 5,1   | 4,7   | 4,8   | 4,4   | 4,9   | 4,3                   | 4,7                  | 4,2  |      |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 15,7  | 12,0  | 12,1  | 13,1  | 13,6  | 15,3  | 15,6  | 14,7  | 12,3  | 12,0  | 15,7  | 13,1  | 13,2  | 15,2  | 12,8  | 14,4  | 14,7  | 14,3  | 14,1  | 15,9  | 14,4  | 12,3  | 12,9  | 15,1  | 14,4  | 13,0  | 15,8  | 12,1  | 15,4  | 15,1  | 12,4  | 15,1  | 12,9  | 12,8  | 15,2  | 14,9  | 15,2  | 14,9  | 15,3  | 12,0  | 15,8                  | 14,1                 | 12,0 |      |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 0,8   | 0,7   | 0,3   | 1,0   | 0,3   | 1,1   | 1,0   | 1,0   | 0,9   | 0,6   | 1,0   | 0,5   | 0,9   | 0,4   | 0,7   | 0,7   | 0,4   | 0,4   | 1,0   | 1,0   | 0,6   | 0,8   | 1,1   | 1,0   | 1,0   | 0,6   | 1,0   | 0,7   | 0,6   | 0,4   | 0,9   | 0,6   | 0,3   | 0,7   | 0,6   | 1,0   | 0,2   | 0,3   | 1,0   | 0,5   | 0,6                   | 0,7                  | 0,2  |      |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 9,1   | 9,6   | 9,1   | 8,7   | 9,4   | 9,6   | 8,7   | 8,6   | 9,4   | 9,6   | 8,3   | 9,5   | 8,7   | 7,8   | 9,0   | 9,6   | 8,4   | 9,5   | 9,3   | 8,8   | 9,5   | 8,0   | 7,8   | 9,7   | 7,9   | 9,6   | 8,3   | 8,0   | 8,9   | 8,2   | 8,9   | 9,3   | 8,6   | 8,9   | 9,5   | 9,8   | 7,9   | 8,6   | 9,8   | 8,0   | 8,6                   | 8,9                  | 7,8  |      |
| postavljanje kotača i zavrtanje pneumatiskim pištoljem                    | 4,3   | 4,3   | 4,5   | 4,0   | 3,8   | 3,8   | 4,2   | 3,9   | 4,7   | 4,5   | 4,2   | 4,2   | 4,2   | 4,5   | 4,1   | 3,8   | 4,7   | 4,6   | 4,1   | 4,5   | 4,3   | 4,2   | 3,9   | 4,2   | 3,8   | 4,4   | 4,6   | 4,1   | 4,1   | 4,2   | 4,2   | 4,6   | 4,3   | 4,3   | 3,8   | 4,3   | 4,7   | 4,9   | 4,3   | 4,4   | 4,7                   | 4,3                  | 3,8  |      |
| spušanje auta   | 15,4  | 15,8  | 19,7  | 16,3  | 19,2  | 19,8  | 18,9  | 17,5  | 17,1  | 16,1  | 19,9  | 15,6  | 19,2  | 15,7  | 19,4  | 16,6  | 18,7  | 18,3  | 15,1  | 17,3  | 17,7  | 17,2  | 15,6  | 17,8  | 18,6  | 16,7  | 18,2  | 15,9  | 17,8  | 16,2  | 16,0  | 15,7  | 19,4  | 17,1  | 17,9  | 19,8  | 19,3  | 18,8  | 16,6  | 16,8  | 17,3                  | 17,5                 | 15,1 |      |
| spušanje auta   | 4,7   | 3,9   | 4,4   | 5,1   | 4,3   | 5,1   | 4,0   | 5,2   | 4,4   | 4,6   | 4,9   | 5,2   | 4,0   | 4,7   | 4,2   | 4,7   | 4,5   | 3,9   | 4,6   | 5,1   | 4,3   | 3,9   | 4,6   | 3,8   | 5,1   | 4,7   | 4,2   | 4,7   | 4,7   | 3,9   | 4,3   | 4,5   | 5,2   | 3,8   | 4,9   | 4,4   | 4,5   | 5,0   | 5,2   | 4,3   | 4,0                   | 4,5                  | 3,8  |      |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 33,3  | 34,1  | 33,7  | 35,2  | 36,0  | 34,4  | 35,0  | 33,1  | 36,4  | 34,2  | 37,0  | 38,1  | 43,2  | 35,4  | 37,0  | 38,5  | 35,8  | 38,9  | 38,2  | 36,7  | 38,4  | 35,5  | 38,1  | 37,2  | 36,5  | 35,2  | 33,8  | 37,6  | 36,8  | 33,7  | 33,1  | 34,4  | 33,3  | 35,2  | 38,8  | 37,4  | 35,9  | 34,5  | 33,7  | 36,2  | 36,7                  | 36,0                 | 33,1 |      |
| stavljjanje gume na felgu (montiranje)                                    | 1,5   | 1,4   | 1,6   | 1,8   | 1,5   | 1,9   | 1,5   | 1,3   | 1,6   | 2,2   | 1,9   | 1,8   | 2,2   | 1,5   | 2,3   | 1,7   | 1,5   | 1,6   | 1,6   | 1,7   | 1,7   | 2,2   | 2,2   | 1,9   | 1,9   | 2,1   | 1,8   | 2,2   | 2,3   | 1,8   | 1,6   | 1,8   | 1,8   | 1,4   | 2,1   | 1,8   | 1,8   | 2,2   | 2,0   | 1,6   | 1,2                   | 1,8                  | 1,2  |      |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 24,6  | 23,7  | 26,9  | 25,6  | 23,7  | 26,5  | 26,8  | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                       |                      |      |      |



| Operacije i međufaze  | Prosječno vrijeme operacije C/T | Minimalno vrijeme operacije |      | N | Defekti |
|---|---------------------------------|-----------------------------|------|---|---------|
| Dolazak automobila na lokaciju i čekanje na početak aktivnosti            | 636,3                           | 504                         | WT   | 1 | X       |
| priprema auta prilikom dolaska na radno mjesto                            | 71,6                            | 58,7                        | NVAT | 1 | X       |
|   | 6,5                             | 5,1                         | NVAT | 1 | X       |
| dizanje auta sa dizalicom   | 25,2                            | 22,5                        | NVAT | 2 | X       |
|   | 2,8                             | 2,0                         | NVAT | 2 | X       |
| otpuštanje vijaka na kotaču i skidanje kotača                             | 25,5                            | 23,0                        | NVAT | 2 | 2/dan   |
|   | 14,2                            | 11,7                        | NVAT | 2 | X       |
| ispuštanje zraka sa namontirane gume                                      | 10,6                            | 8,1                         | NVAT | 2 | X       |
|   | 4,5                             | 3,8                         | NVAT | 2 | X       |
| skidanje gume s felge (demoniranje)                                       | 36                              | 33,1                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 1,8                             | 1,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje gume na felgu (montiranje)                                     | 24,2                            | 22,2                        | VAT  | 4 | 3/dan   |
|   | 3,9                             | 3,4                         | NVAT | 4 | X       |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 13,5                            | 12,5                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 4,7                             | 4,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje                   | 14,1                            | 12,0                        | NVAT | 4 | X       |
|   | 0,7                             | 0,2                         | NVAT | 4 | X       |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 8,9                             | 7,8                         | VAT  | 4 | 6/dan   |
|   | 4,3                             | 3,8                         | NVAT | 4 | X       |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 17,5                            | 15,1                        | VAT  | 4 | 6/dan   |
|   | 4,5                             | 3,8                         | NVAT | 2 | X       |
| skidanje gume s felge (demoniranje)                                       | 36                              | 33,1                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 1,8                             | 1,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje gume na felgu (montiranje)                                     | 24,2                            | 22,2                        | VAT  | 4 | 3/dan   |
|   | 3,9                             | 3,4                         | NVAT | 4 | X       |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 13,5                            | 12,5                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 4,7                             | 4,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje                   | 14,1                            | 12,0                        | NVAT | 4 | X       |
|   | 0,7                             | 0,2                         | NVAT | 4 | X       |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 8,9                             | 7,8                         | VAT  | 4 | X       |
|   | 4,3                             | 3,8                         | NVAT | 4 | X       |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 17,5                            | 15,1                        | VAT  | 4 | 6/dan   |
|   | 14,3                            | 11,6                        | NVAT | 2 | X       |
| postavljanje kotača i zavrtnje pneumatiskim pištoljem                     | 86,1                            | 74,5                        | NVAT | 2 | 6/dan   |
|   | 4,9                             | 4,1                         | NVAT | 2 | X       |
| spušanje auta   | 2,4                             | 1,9                         | NVAT | 2 | X       |
|   | 4,8                             | 3,8                         | NVAT | 2 | X       |
| dizanje auta sa dizalicom   | 25,2                            | 22,5                        | NVAT | 2 | X       |
|   | 2,8                             | 2,0                         | NVAT | 2 | X       |
| otpuštanje vijaka na kotaču i skidanje kotača                             | 25,5                            | 23,0                        | NVAT | 2 | 2/dan   |
|   | 14,2                            | 11,7                        | NVAT | 2 | X       |
| ispuštanje zraka sa namontirane gume                                      | 10,6                            | 8,1                         | NVAT | 2 | X       |
|   | 4,5                             | 3,8                         | NVAT | 4 | X       |
| skidanje gume s felge (demoniranje)                                       | 36                              | 33,1                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 1,8                             | 1,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje gume na felgu (montiranje)                                     | 24,2                            | 22,2                        | VAT  | 4 | 3/dan   |
|   | 3,9                             | 3,4                         | NVAT | 4 | X       |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 13,5                            | 12,5                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 4,7                             | 4,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje                   | 14,1                            | 12,0                        | NVAT | 4 | X       |
|   | 0,7                             | 0,2                         | NVAT | 4 | X       |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 8,9                             | 7,8                         | VAT  | 4 | 6/dan   |
|   | 4,3                             | 3,8                         | NVAT | 4 | X       |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 17,5                            | 15,1                        | VAT  | 2 | 6/dan   |
|   | 4,5                             | 3,8                         | NVAT | 4 | X       |
| skidanje gume s felge (demoniranje)                                       | 36                              | 33,1                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 1,8                             | 1,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje gume na felgu (montiranje)                                     | 24,2                            | 22,2                        | VAT  | 4 | 3/dan   |
|   | 3,9                             | 3,4                         | NVAT | 4 | X       |
| pumpanje zraka na namontiranu gumu  | 13,5                            | 12,5                        | VAT  | 4 | X       |
|   | 4,7                             | 4,2                         | NVAT | 4 | X       |
| stavljanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje                   | 14,1                            | 12,0                        | NVAT | 4 | X       |
|   | 0,7                             | 0,2                         | NVAT | 4 | X       |
| postupak stroja u mjerenju gramaže za izjednačavanje težine(balansiranje) | 8,9                             | 7,8                         | VAT  | 4 | 6/dan   |
|   | 4,3                             | 3,8                         | NVAT | 4 | X       |
| zabijanje odgovarajućih utega na felgu te kontrola balansa*               | 17,5                            | 15,1                        | VAT  | 2 | 6/dan   |
|   | 14,3                            | 11,6                        | NVAT | 2 | X       |
| postavljanje kotača i zavrtnje pneumatiskim pištoljem                     | 86,1                            | 74,5                        | NVAT | 2 | X       |
|   | 4,9                             | 4,1                         | NVAT | 2 | X       |
| spušanje auta   | 2,4                             | 1,9                         | NVAT | 2 | X       |
|   | 4,8                             | 3,8                         | NVAT | 2 | X       |
| zatezanje vijaka momentnim ključem  | 43,3                            | 37,6                        | NVAT | 1 | X       |
| <i>predaja potvrde o plaćanju djelatniku i spremanje guma u automobil</i> | 57,6                            | 51,9                        | NVAT | 1 | X       |
| izlazak vozila  | 32,1                            | 27,7                        | NVAT | 1 | X       |
| <b>SUMA</b>   | 1765,4                          | 1488,6                      |      |   |         |

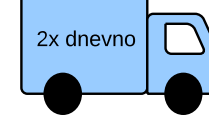
N-predstavlja koliko puta se aktivnost ponavlja u samom procesu

Poslovođa  
Resources

Dnevna provjera stanja skladišta i vremena dostave

Dnevna provjera stanja skladišta i stizanje pošiljke

Ulazno-izlazno skladište



Čekanje za dolazak na radno mjesto

636.3 s  
/

Priprema automobila priklom dolaska

71.6 s  
/

Podizanje automobila s dizalicom

25.2 s  
/

Otpuštanje vijaka i skidanje kotača

25.5 s  
2/dan

Ispuštanje zraka sa namontirane gume

10.6 s  
/

Skidanje gume s felge

36.0 s  
/

Montaža gume

24.2 s  
3/dan

Pumpanje zraka u gumu

13.5 s  
/

Postavljanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje

14.1 s  
/

Balansiranje

8.9 s  
13/dan

Zabijanje utega na felgu i kontrola

17.5 s  
13/dan

Skidanje gume s felge

36.0 s  
/

Montaža gume

24.2 s  
3/dan

Pumpanje gume

13.5 s  
/

Postavljanje namontiranog kotača na stroj za balansiranje

14.1 s  
/

Balansiranje

8.9 s  
13/dan

Zabijanje utega na felgu i kontrola

17.5 s  
13/dan

Postavljanje kotača i zavrtanje vijaka

86.1 s  
/

Spuštanje automobila

2.4 s  
/

Podizanje automobila

25.2 s  
/

Otpuštanje vijaka i skidanje kotača

25.5 s  
2/dan

Ispuštanje zraka iz guma

10.6 s  
/

Skidanje gume s felge

36.0 s  
/

Montaža gume

24.2 s  
3/dan

Pumpanje gume

13.5 s  
/

Postavljanje kotača na stroj za balansiranje

14.1 s  
/

Balansiranje

8.9 s  
13/dan

Zabijanje utega na felgu i kontrola

17.5 s  
13/dan

Skidanje gume s felge

36.0 s  
/

Montaža gume

24.2 s  
3/dan

Pumpanje gume

13.5 s  
/

Postavljanje kotača na stroj za balansiranje

14.1 s  
/

Balansiranje

8.9 s  
13/dan

Zabijanje utega na felgu i kontrola

17.5 s  
13/dan

Postavljanje kotača i zavrtanje vijaka

86.1 s  
/

Spuštanje auta

2.4 s  
/

Zatezanje kotača momentnim ključem na svim kotačima

43.3 s  
/

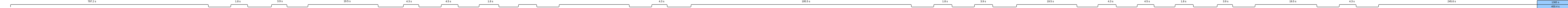
Izlazak auta

23.7 s  
/



Ulazno-izlazno skladište

1365 s  
400.4 s



MAPA TOKA VRIJEDNOSTI-PRIJEDLOG POBOLJŠANJA

